

**ВОПРОСЫ  
ГЕНЕЗИСА  
И  
ПЛОДОРОДИЯ  
ПОЧВ**

КАЗАНСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В. И. УЛЬЯНОВА-ЛЕНИНА

---

# ВОПРОСЫ ГЕНЕЗИСА И ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ



ИЗДАТЕЛЬСТВО  
КАЗАНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА  
1968

Печатается по постановлению  
Редакционно-издательского совета  
Казанского университета

Научный редактор *М. А. Винокуров*

Работы, вошедшие в сборник, написаны по материалам почвенных исследований, проведенных сотрудниками кафедры почвоведения в Верхнем и Среднем Поволжье и на Дальнем Востоке.

При выполнении исследований основное внимание было уделено характеристике старопахотных, дерново-подзолистых и лесостепных почв, а также почв целинных — пойменных и горнолесных. На основании изучения агрофизических и агрохимических свойств этих почв и выявления закономерностей залегания их по рельефу уточняются вопросы их генезиса.

Проведенные исследования помогут дать более обоснованные рекомендации по повышению плодородия этих почв и более рациональному использованию их в сельском хозяйстве

*И. Г. Абызов и А. Ш. Фаткуллин*

## **ОБМЕННЫЙ КАЛИЙ В ПОЧВАХ ПОЙМ МАЛЫХ РЕК ТАТАРСКОЙ АССР**

В Татарской республике площадь пойменных почв составляет 9,1% от общей площади всей территории. Причем значительная доля процента их приходится на почвы пойм малых рек, ибо долины крупных рек Волги и Камы большей частью заняты Куйбышевским водохранилищем.

В связи с широким использованием этих почв под посевы картофеля, овощей и специальных технических культур встает вопрос о более детальном изучении характера почвенного покрова указанных земель и особенно его агрохимических особенностей. Учитывая это, с 1961 года одним из авторов данного сообщения совместно со студентами кафедры почвоведения Казанского университета были начаты исследования данных почв. Был собран и обработан огромный материал, результаты которого опубликованы в ряде статей [4,5].

В настоящем же сообщении излагается только часть этого материала, а именно, содержание и распределение обменного калия в различных пойменных почвах Татарии.

Известно, что по своему происхождению и свойствам почвы пойм достаточно сильно отличаются от почв внепойменных пространств, так как они периодически дополнительно затапливаются водами разливов. Эти же воды производят разрушительную и созидательную работу, заключающуюся в сносе, перемещении и отложении речных наносов (аллювия). Природные процессы, совершающиеся в поймах рек, создают особые условия формирования почв, что приводит к большому их разнообразию. Широко распространенными почвами в долинах рек Предкамья являются слоисто-луговые почвы, которые занимают прибрежную полосу, входящую в зону прирусловой и частично центрально-прирусловой поймы. В зависимости от рельефа поймы и продолжительности поемного процесса здесь ежегодно откладывается аллювиальный нанос мощностью от нескольких миллиметров до нескольких десятков сантиметров. Характер этих наносов неоднороден. Описываемые почвы сформировались, либо на темноцветных, либо на торфяно-глеевых почвах, либо просто на аллювиальных наносах. Глубина залегания погребенных почв не превышает 100 см. Это показывает, что слоисто-луговые почвы образовались в недалеком прошлом и являются сравнительно молодыми почвами поймы.

Содержание обменного калия в этих почвах представлено в таблице 1. Из приведенных данных видно, что слоисто-луговые почвы харак-

Таблица 1

**Содержание обменного калия в слоисто-луговых почвах Татарии  
(в мг на 100 г почвы)**

| № разреза, речная<br>долина и погребенная<br>почва       | Глубина<br>образца<br>в см | Гумус<br>в % | Содержание фракций<br>в мм, % |         | K <sub>2</sub> O |
|----------------------------------------------------------|----------------------------|--------------|-------------------------------|---------|------------------|
|                                                          |                            |              | < 0,01                        | < 0,001 |                  |
| 1                                                        | 2                          | 3            | 4                             | 5       | 6                |
| 20. Р. Казанка. Верх-<br>овье. Темноцветная<br>почва.    | 3—13                       | 3,75         | 23,3                          | 10,5    | 5,67             |
|                                                          | 20—30                      | 3,65         | 39,2                          | 16,1    | 8,91             |
|                                                          | 30—40                      | 3,51         | —                             | —       | 7,88             |
|                                                          | 100—110                    | 2,10         | —                             | —       | 6,30             |
| 10. Р. Казанка. Среднее<br>течение. Торфяно-<br>глеевая  | 3—13                       | 1,80         | —                             | —       | 8,20             |
|                                                          | 30—40                      | 1,75         | —                             | —       | 7,24             |
|                                                          | 61—71                      | 18,40        | —                             | —       | 4,10             |
|                                                          | 110—120                    | 58,70        | —                             | —       | 1,89             |
|                                                          | 140—150                    | 6,20         | —                             | —       | 12,00            |
| 9. Р. Казанка. Среднее<br>течение. Торфяно-гле-<br>евая  | 3—13                       | 2,45         | 34,1                          | 15,3    | 9,14             |
|                                                          | 30—40                      | 1,75         | 38,5                          | 13,4    | 5,64             |
|                                                          | 65—75                      | 5,00         | 28,7                          | 8,0     | 7,86             |
|                                                          | 80—90                      | 27,90        | 28,0                          | 15,0    | следы            |
| 4. Р. Казанка. Низовье.<br>Зернисто-луговая              | 2—12                       | 1,85         | —                             | —       | 14,5             |
|                                                          | 23—33                      | 2,90         | —                             | —       | 14,8             |
|                                                          | 40—50                      | 2,15         | —                             | —       | 13,5             |
|                                                          | 142—152                    | 4,35         | —                             | —       | 18,8             |
| 27. Р. Меша. Верховье.<br>Аллювиальный нанос             | 3—13                       | 2,01         | 37,0                          | 10,6    | 10,7             |
|                                                          | 20—30                      | 2,49         | 34,8                          | 15,1    | 10,7             |
|                                                          | 80—90                      | 2,33         | 56,0                          | 11,0    | 8,5              |
| 24. Р. Меша. Верховье.<br>Торфяно-глеевая                | 3—13                       | 2,40         | —                             | —       | 10,70            |
|                                                          | 20—30                      | 2,65         | —                             | —       | 7,40             |
|                                                          | 45—55                      | 1,01         | —                             | —       | 6,93             |
|                                                          | 140—150                    | 61,00        | —                             | —       | 5,04             |
| 40. Р. Меша. Среднее<br>течение. Аллювиаль-<br>ный нанос | 3—13                       | 3,24         | 39,2                          | 15,3    | 13,7             |
|                                                          | 15—25                      | 3,79         | 52,5                          | 24,2    | 15,0             |
|                                                          | 25—35                      | 3,99         | 45,6                          | 15,6    | 11,2             |
|                                                          | 53—63                      | 2,98         | 25,0                          | 4,5     | 3,8              |
| 31. Р. Меша. Среднее<br>течение. Торфяно-<br>глеевая     | 0—13                       | 2,76         | 40,1                          | 14,8    | 14,1             |
|                                                          | 15—25                      | 4,62         | 71,8                          | 24,4    | 14,9             |
|                                                          | 30—40                      | 0,21         | 37,3                          | 15,3    | 8,2              |
|                                                          | 140—150                    | 12,30        | —                             | —       | 8,9              |
| 100. Р. Ик. Верховье.<br>Черноземовидная                 | 3—13                       | 3,67         | 23,6                          | 13,60   | 11,90            |
|                                                          | 30—40                      | 2,30         | 9,90                          | 4,82    | 5,56             |
|                                                          | 84—94                      | 9,50         | 26,10                         | 6,41    | 10,80            |
|                                                          | 130—140                    | 3,75         | 22,00                         | 18,20   | 7,46             |
| 101. Р. Ик. Верховье.<br>Чернозем луговой                | 3—13                       | 3,28         | 23,2                          | 4,75    | 8,16             |
|                                                          | 15—25                      | 4,32         | 18,6                          | 6,24    | 10,80            |
|                                                          | 51—61                      | 9,03         | 45,0                          | 16,00   | 12,50            |
|                                                          | 100—110                    | 1,57         | 5,3                           | 1,14    | 6,53             |

теризуются небольшим содержанием усвояемого калия, количество которого колеблется от 5,67 до 14,5 мг на 100 г почвы. В низ профиля содержание  $K_2O$ , как правило, уменьшается. Исключение составляют горизонты, где в зависимости от характера погребенной почвы, наблюдается резкое падение, как это видно в разрезах 9 (80—90 см) и 10 (110—120), или увеличение (разр. 4, 100 и 101).

Из литературных данных известно, что между механическим составом почвы и содержанием обменного калия в ней наблюдается прямая зависимость. Исследования И. Г. Важенина [1], А. Л. Масловой [3] и др. достаточно определенно выявили параллелизм между содержанием калия и количеством мелкодисперсной фракции в почве. Причем А. Л. Маслова считает, что в илистой фракции калий представлен преимущественно обменной формой. Как уже отмечалось выше формирование слоисто-луговых почв происходит в зоне резкого проявления аллювиального режима полых вод и отложения грубых наносов. Поэтому механический состав слоисто-луговых почв тождествен с характером отлагаемых наносов и, как правило, представлен супесчаными, легкосуглинистыми, реже среднесуглинистыми его разностями. Об этом же свидетельствуют данные механического анализа почв, приведенные в таблице 1.

Несомненно, что именно этим можно объяснить такое низкое содержание калия в данных почвах.

Обращает на себя внимание то, что количество обменного калия в почвах низовья малых рек значительно выше, чем в почвах верховья. Например, в долине реки Казанки оно изменяется к низовью от 5,67 до 14,5 мг  $K_2O$  на 100 г почвы. Такое поведение калия связано, во-первых, с утяжелением механического состава, так как по мере продвижения к устью, где скорость течения замедляется, откладываются более тонкие частицы переносного материала, и, во-вторых, химическими свойствами калийных соединений. Дело в том, что соли калия являются легко растворимыми и поэтому его концентрация в воде к низовью реки заметно повышается. Так, сопоставляя результаты анализов воды в различных частях реки Волги, В. И. Шраг [6] нашел, что если у города Горького калия содержалось 0,5 мг в 1 л, то возле г. Куйбышева — уже 19,8 мг, а у г. Астрахани его содержание достигло 21,2 мг. Отсюда следует, что в результате повышения в полых водах концентрации соединений калия, полые воды, остающиеся в поймах нижних течений рек, значительно более интенсивно обогащают почвы этим элементом, чем в их верховьях.

Условия почвообразования в долинах рек Казанки и Меши, хотя расположенных в одних и тех же физико-географических условиях Предкамья Татарии, неоднородны. Эта неоднородность обусловлена неодинаковой интенсивностью в обоих долинах протекающих аллювиальных и аллювиально-делювиальных процессов во время весеннего половодья. В долине реки Меши по причине большей облебенности береговой зоны образование почв протекает в сравнительно спокойных условиях, чем в безлесной долине р. Казанки. В результате этого почвы поймы р. Меши по механическому составу в большинстве случаев являются более тяжелыми, чем почвы р. Казанки. В свою очередь, различие в механическом составе почв отразилось и на содержании в них калия. Так, например, если в слоисто-луговых почвах верховья и среднего течения р. Казанки обменный калий составляет всего лишь 5,6—9,1 мг, то в аналогичных почвах поймы р. Меши — 10,0—14,1 мг  $K_2O$  на 100 г почвы.

Центральную часть пойм малых рек занимают в основном зернисто-луговые почвы. Наибольшее распространение они имеют в пойме р. Меши, особенно в ее среднем и нижнем течении. В отличие от вышеописанных слоисто-луговых почв, зернисто-луговые сформировались в условиях длительного во времени и постепенного по интенсивности ал-

лювиального и, главным образом, поемного процесса. Эти особенности формирования данных почв подтверждаются результатами анализа, которые указывают на относительное богатство их гумусом, сравнительно высокую насыщенность основаниями, а следовательно, и нейтральную или щелочную реакцию. По механическому составу (табл. 2) зернисто-луговые почвы относятся по преимуществу к тяжелым и средним суглинкам и, реже, к легким их разновидностям. Все вышесказанное наложило отпечаток и на содержание подвижного калия в этих почвах.

Цифровой материал таблицы 2 показывает, что зернисто-луговые почвы характеризуются довольно высоким содержанием обменной формы ка-

Таблица 2

Содержание обменного калия в зернисто-луговых почвах  
(в мг K<sub>2</sub>O на 100 г почвы)

| № разр. | Речная долина и погребенная почва         | Глубина образца в см | Гумус в % | Содержание фракций в мм, % |         | K <sub>2</sub> O |
|---------|-------------------------------------------|----------------------|-----------|----------------------------|---------|------------------|
|         |                                           |                      |           | < 0,01                     | < 0,001 |                  |
| 5       | Р. Казанка. Низовье. Аллювиальный нанос   | 0-10                 | 4,62      | 55,5                       | 22,10   | 17,0             |
|         |                                           | 20-30                | 2,45      | 29,8                       | 9,23    | 5,7              |
|         |                                           | 70-80                | 0,50      | —                          | —       | 12,7             |
| 35      | Р. Меша. Среднее течение. Черноземовидная | 3-13                 | 4,71      | —                          | —       | 12,9             |
|         |                                           | 15-25                | 3,49      | —                          | —       | 12,9             |
|         |                                           | 35-45                | 8,01      | —                          | —       | 14,0             |
|         |                                           | 55-65                | 3,61      | —                          | —       | 8,6              |
|         |                                           | 70-80                | 1,13      | —                          | —       | 11,7             |
| 34      | Р. Меша. Среднее течение                  | 3-13                 | 4,80      | 64,9                       | 16,0    | 15,3             |
|         |                                           | 30-40                | 4,40      | 69,7                       | 33,3    | 12,9             |
|         |                                           | 80-90                | 3,82      | 67,0                       | 27,7    | 13,0             |
|         |                                           | 120-130              | 1,72      | —                          | —       | 18,7             |
| 49      | Р. Меша. Низовье. Черноземовидная         | 3-13                 | 6,3       | 58,1                       | 29,3    | 16,8             |
|         |                                           | 20-30                | 8,3       | 53,8                       | 33,3    | 14,5             |
|         |                                           | 35-45                | 2,7       | 46,0                       | 28,3    | 14,3             |
|         |                                           | 80-90                | 0,9       | 31,2                       | 15,1    | 15,2             |
| 45      | Р. Меша. Низовье                          | 3-13                 | 6,27      | —                          | —       | 17,0             |
|         |                                           | 20-30                | 3,61      | —                          | —       | 11,2             |
|         |                                           | 40-50                | 1,61      | —                          | —       | 12,0             |
|         |                                           | 100-110              | 0,10      | —                          | —       | 7,0              |
| 90      | Р. Ик. Верховье. Торфяно-глевая           | 3-13                 | 6,53      | 31,6                       | 10,8    | 17,9             |
|         |                                           | 25-35                | 5,60      | 31,2                       | 14,2    | 13,7             |
|         |                                           | 107-117              | 5,99      | 29,3                       | 9,72    | 14,7             |
| 94      | Р. Ик. Верховье. Темноцветная             | 3-12                 | 6,13      | 58,1                       | 26,90   | 19,0             |
|         |                                           | 45-55                | 4,33      | 40,2                       | 15,10   | 11,5             |
|         |                                           | 60-70                | 9,48      | 23,7                       | 7,19    | 8,91             |
|         |                                           | 80-90                | 6,67      | 77,7                       | 43,20   | 9,86             |
| 190     | Р. Свяга. Черноземовидная                 | 0-30                 | 6,5       | 60,2                       | 33,0    | 16,0             |
|         |                                           | 33-43                | 7,4       | 61,2                       | 32,9    | 10,0             |
|         |                                           | 50-60                | 12,5      | 64,5                       | 19,3    | 20,0             |
|         |                                           | 80-90                | 7,5       | 53,9                       | 32,5    | 25,0             |

лия. Его количество в верхних горизонтах колеблется от 12,9 до 19,0 мг на 100 г почвы. В низ по профилю почвы, в зависимости от характера слоя (его механического и минералогического состава), содержание калия то увеличивается, то уменьшается.

Зернисто-луговые почвы часто развиваются на черноземовидных почвах. Поэтому там, где начинается гумусовый слой погребенной черноземовидной почвы, наблюдается резкий скачок в содержании калия.

Сравнивая показатели количества окисла калия в зернисто-луговых почвах низовья и среднего течения р. Меши, нетрудно заметить ту же закономерность в его содержании, которую мы наблюдали в слоисто-луговых почвах. Так, если в почвах среднего течения подвижный калий составляет 12,9–15,3 мг, то уже в низовье — 17,0 мг  $K_2O$  на 100 г почвы.

Таблица 3

Содержание обменного калия в луговых черноземах и торфяно-глеевых почвах (в мг  $K_2O$  на 100 г почвы)

| № разр. | Речная долина и почва                    | Глубина образца в см | Гумус в % | Содержание фракций в мм, % |        | $K_2O$ |
|---------|------------------------------------------|----------------------|-----------|----------------------------|--------|--------|
|         |                                          |                      |           | <0,01                      | <0,001 |        |
| 99      | Р. Ик. Низовье. Луговой чернозем         | 3–13                 | 14,7      | 24,7                       | 13,3   | 18,3   |
|         |                                          | 20–30                | 13,6      | 18,8                       | 14,5   | 15,0   |
|         |                                          | 110–120              | 0,6       | 22,8                       | 13,4   | 13,9   |
| 112     | Р. Ик. Среднее течение. Луговой чернозем | 3–8                  | 14,1      | 35,6                       | 20,5   | 22,5   |
|         |                                          | 8–18                 | 13,9      | 39,3                       | 22,4   | 19,2   |
|         |                                          | 20–30                | 14,0      | 46,1                       | 24,6   | 20,3   |
|         |                                          | 110–120              | 0,3       | 6,6                        | 2,9    | 7,8    |
| 122     | Р. Ик. Устье. Луговой чернозем           | 3–13                 | 7,28      | 50,9                       | 15,3   | 22,7   |
|         |                                          | 20–30                | 6,98      | 76,3                       | 22,3   | 23,2   |
|         |                                          | 88–98                | 0,18      | 58,9                       | 38,6   | 21,3   |
| 126     | Р. Ик. Устье. Луговой чернозем           | 3–10                 | 10,5      | 70,9                       | 45,6   | 23,5   |
|         |                                          | 20–30                | 7,9       | 81,1                       | 55,2   | 28,6   |
|         |                                          | 118–128              | 0,4       | 71,6                       | 56,9   | 31,2   |
| 127     | Р. Ик. Устье. Луговой чернозем           | 3–13                 | 9,13      | 53,1                       | 35,0   | 24,3   |
|         |                                          | 20–30                | 6,79      | 58,4                       | 41,9   | 18,0   |
|         |                                          | 75–85                | 1,65      | 52,6                       | 24,3   | 18,5   |
| 25      | Р. Меша. Торфяно-глеевая                 | 3–13                 | 68,7      | —                          | —      | 8,2    |
|         |                                          | 35–45                | 88,0      | —                          | —      | 4,8    |
|         |                                          | 60–70                | 86,6      | —                          | —      | 6,9    |
| 47      | Р. Меша. Торфяно-глеевая                 | 3–13                 | 55,9      | —                          | —      | 10,7   |
|         |                                          | 25–35                | 62,4      | —                          | —      | 11,0   |
|         |                                          | 40–50                | 3,14      | —                          | —      | 12,0   |
|         |                                          | 100–110              | 0,49      | —                          | —      | 16,14  |
| 18      | Р. Казанка. Перегнойно-торфяно-глеевая   | 3–11                 | 3,86      | —                          | —      | 10,0   |
|         |                                          | 11–20                | 60,7      | —                          | —      | 6,1    |
|         |                                          | 30–40                | 82,5      | —                          | —      | 4,6    |
|         |                                          | 100–110              | 86,0      | —                          | —      | 5,7    |

По содержанию обменного калия среди пойменных почв особенно выделяются луговые черноземы, занимающие большие площади в долинах рек Закамья. Эти почвы приурочены к повышенным малозатопляемым элементам рельефа центральной и отчасти притеррасной поймы, где в формировании почвенного покрова преобладают уже зональные факторы почвообразования. Почвообразующими породами для луговых черноземов служат различные аллювиальные наносы. Поэтому по механическому составу они неоднородны. Среди них есть тяжелосуглинистые, суглинистые и легкосуглинистые разности. Сказанное подтверждается данными механического состава, приведенными в таблице 3.

Луговые черноземы неоднородны также и по содержанию в них калия. Результаты анализа (таблица 3) показывают, что данные почвы являются самыми богатыми этим элементом питания растений среди остальных пойменных почв. Его количество в них достигает 24,3 мг  $K_2O$  на 100 г почвы. Распределение калия по профилю указывает на постепенное уменьшение его книзу (исключение — разр. 126). Минимальное содержание обменного калия обнаруживается в материнской породе.

Обогащение калием верхних горизонтов луговых черноземов объясняется, главным образом, аккумуляцией его растительностью. Из литературы известно, что растительность, выполняя колоссальную биохимическую работу, мобилизует и переводит калий из нижних горизонтов в верхние. Причем в каком бы состоянии он ни находился в почве, пройдя через растительность, по возвращении в почву, калий приобретает большую подвижность, постоянно пополняя запасы обменной формы калия [2].

В речных долинах, кроме вышеописанных почв, заметное распространение имеют торфяные и торфяно-глеевые почвы. Они приурочены к пониженным участкам притеррасной поймы. Заболачивание этих почв обуславливается не столько длительным застоем паводковых вод, сколько постоянным выклиниванием (почти в течение всего года) грунтовых вод. Торфяно-глеевые почвы характеризуются слабой сформированностью их профиля. Перегнойный горизонт у них представлен торфяным слоем, достигающим толщины иногда больше метра; ниже находится оглеенный, вязкий слой с ржавыми пятнами. Торф содержит много органического вещества, богатого многими элементами питания для растений, что позволяет использовать его для удобрений полей. Что же касается обменного калия в торфах, то, как показывает таблица 3, он представлен небольшими цифрами. Его количество не превышает 10 мг на 100 г торфа. Следовательно, при удобрении полей торфом это мероприятие необходимо сопровождать внесением калийных удобрений.

Итак, рассмотренный выше аналитический материал позволяет сделать следующие выводы:

1. Так как пойменные почвы тесно связаны с деятельностью реки, т. е. наличием аллювиальных и пойменных процессов, то накопление и мобилизация питательных веществ, в том числе и калия, протекает в них с различной интенсивностью.

2. Содержание обменного калия заметно увеличивается как от русла реки по направлению к коренному берегу (исключение составляют болотные почвы), так и от верховья к устью реки.

3. Слоисто-луговые почвы поймы р. Мещи по количеству калия стоят выше, нежели аналогичные почвы поймы р. Казанки.

4. Содержание обменного калия в пойменных почвах Татарии далеко неодинаково. Наиболее бедными этой формой калия являются слоисто-луговые и торфяно-глеевые почвы, а наиболее богатыми — луговые черноземы.

5. При использовании торфяно-глеевых почв в качестве удобрения следует учитывать их бедность элементом калия.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Важеннин И. Г. и Карасева Г. И. О формах калия в почве и калийном питании растений. — «Почвоведение», 1959, № 3.
2. Ковда В. А. Минеральный состав растений и почвообразование. — «Почвоведение», 1956, № 1.
3. Маслова А. Л. и др. Механический состав и подвижный калий в почве Тр: ВИАУАА, вып. 4. 1935.
4. Фаткуллин А. Ш. Сравнительная характеристика почв пойм малых рек Предкамья Татарии и возможности их рационального использования. Сб. «Вопросы генезиса и крупномасштабного картирования почв». Казань, 1965.
5. Фаткуллин А. Ш. Луговые черноземы, распространенные в долинах малых рек Татарии. «Научные основы рационального использования почв черноземной зоны СССР и пути повышения их плодородия». Вып. I, Воронеж, 1966.
6. Шраг В. И. Пойменные почвы и их сельскохозяйственное использование. Изд. АН СССР, 1954.

*Л. Г. Бухараева*

### **ВЛИЯНИЕ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ НА УРОЖАИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА СВЕТЛО-СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ\***

Потеря при процессах водной эрозии верхних горизонтов, наиболее богатых перегноем и элементами пищи растений, ухудшение физических их свойств неминуемо влекут за собой снижение плодородия эродированных почв и падение на них урожайности.

Отрицательное влияние процессов водной эрозии на урожай было подмечено давно и изучалось рядом исследователей — А. С. Козменко (1937), В. Я. Корневым (1937), Н. Н. Клепининым (1937), С. И. Сильвестровым (1938), Г. А. Пресняковой (1945, 1946, 1953); В. П. Мосоловым (1948), Н. А. Шиколой (1956), Г. А. Черемисиновым (1956) и В. Ф. Трушиным (1956). Как показали их исследования, урожай на слабосмытых почвах снижается в 1,5—2, на среднесмытых — в 2—5, а иногда и в 10 раз по сравнению с почвами водоразделов. Уменьшение урожаев неодинаково для разных типов почв и отдельных сельскохозяйственных культур. Все культуры снижают урожай на смытых почвах, но реакция отдельных культур к разнице в плодородии почвы, вызванной процессами водной эрозии, далеко не одинакова.

Для разработки мероприятий по рациональному использованию смытых земель недостаточно сравнительных данных о величине урожайности на почвах той или иной степени смытости; необходимо определить, какие культуры наименее реагируют в наших условиях на смыв; какие культуры наряду с этим наиболее предохраняют почву от разрушительного действия процессов водной эрозии.

С этой целью в колхозе «Волга» Верхне-Услонского района нами закладывались учетные площадки и брались почвенные образцы по методу Г. А. Пресняковой. Объектом для исследования послужили светло-серые почвы, расположенные на выпуклых склонах, примерно равной длины, одной и той же экспозиции — северо-восточной. На этих почвах была учтена урожайность главных сельскохозяйственных культур района — яровой пшеницы, озимой ржи, гороха и многолетних трав.

Методика отбора растительных и почвенных образцов по методу Г. А. Пресняковой заключается в следующем: на полях, которые расположены на склоне, имеющем несмытые и смытые почвы, на каждом почвенном варианте, характеризующем ту или иную степень эродирован-

---

\* Работа выполнена под руководством проф. М. А. Винокурова.

ности, закладывался разрез. (Поля обрабатывались одной бригадой и имели одинаковую степень окультуренности.) Вокруг разреза размещались 4 учетные площадки размером каждая 1 м×1 м. Урожай с площадки скашивали и затем в камеральных условиях определяли для зерновых культур вес зерна и соломы, абсолютный вес зерна, высоту растений. Для многолетних трав учитывался вес сухой массы в центнерах на га. В почвенных образцах, отобранных из пахотных горизонтов, производился полный агрохимический анализ, определение механического и структурно-агрегатного состава.

Перейдем к рассмотрению влияния степени смытости на плодородие светло-серых почв. Для характеристики морфологических свойств этих почв приведем описание верхних горизонтов разрезов 7, 8 и 9. Мы ограничиваемся описанием этих разрезов потому, что данные почвы очень близки по морфологическим свойствам и колебания в мощности верхних горизонтов не превышают 3—4 см.

Разр. 7. Плато, пашня под горохом. Почва светло-серая лесная, несмытая на делювиальном буровато-желтом суглинке.

$A_n$  0—23 см. Светло-серый, тяжелосуглинистый, комковато-порошистый, свежий, слегка уплотнен.

Разр. 8. Склон северо-восточной экспозиции в верхней части. Пашня под горохом. Почва светло-серая слабосмытая.

$A_n$  0—20 см. Светло-серый с белесоватым оттенком от присыпки кремнезема, тяжелосуглинистый, комковато-порошистый, слегка уплотнен, свежий.

Разр. 9.  $A_n$  ( $A_n B_1$ ) 0—18 см. Серовато-бурый, с бурыми пятнами горизонта  $B_1$ , тяжелосуглинистый, комковато-пылеватый с наличием глыбистых отдельностей, уплотнен.

В таблице 1 приводятся данные по определению механического состава. Из таблицы видно, что рассматриваемые светло-серые почвы характеризуются тяжелым механическим составом; все пахотные горизонты несмытых почв относятся к тяжелосуглинистым разностям. Содержание физической глины ( $<0,01$  мм) колеблется в них от 44,5 до 49,5%, количество ила — от 12,0 до 17,8%. Пахотные горизонты слабосмытых почв несколько обедняются тонкодисперсной механической фракцией ( $<0,001$  мм) — эти частицы теряются при смыве в первую очередь. Верхние слои среднесмытых почв содержат больше ила и физической глины, что обусловлено припахиванием иллювиальных горизонтов, обогащенных продуктами вымывания. Количество ила в слабосмытых почвах варьирует от 9,5 до 15,4%, в среднесмытых соответственно — от 17,5 до 23,6%.

Таким образом, как несмытые, так и смытые почвы очень близки по механическому составу. Из таблицы 2 видно, что описываемые почвы очень близки и по агрохимическим показателям.

Содержание гумуса в верхних горизонтах несмытых почв колеблется от 2,1 до 2,9%; с усилением смытости количество гумуса в слабосмытых разностях снижается до 1,6—2,1%, в среднесмытых соответственно до 1,3—1,6%.

Валовый азот изменяется аналогично гумусу. Содержание его снижается с 0,19—0,16% в несмытых почвах, до 0,16—0,12% в слабосмытых и 0,9—0,06% в среднесмытых.

Величина суммы поглощенных оснований в пахотных горизонтах несмытых почв варьирует от 22,5 до 27,9 м/экв. В поведении ее в смытых почвах отмечается та же закономерность, что и для иловой фракции, т. е. некоторое уменьшение обменной способности в слабосмытых разностях и довольно заметное увеличение в среднесмытых.

Гидролитическая кислотность пахотных горизонтов несмытых почв невелика: она равна 1,0—1,28 м/экв на 100 г почвы. Как правило,

Влияние степени смытости на механический состав в светло-серых почв (в %)

| №<br>разреза | Название<br>почв | Генетический<br>горизонт      | Глубина<br>образца<br>в см | Размер фракций в мм |                |                |       |                 |                  |        |
|--------------|------------------|-------------------------------|----------------------------|---------------------|----------------|----------------|-------|-----------------|------------------|--------|
|              |                  |                               |                            | >0,25               | 0,25 -<br>0,05 | 0,05 -<br>0,01 | <0,01 | 0,01 -<br>0,005 | 0,005 -<br>0,001 | <0,001 |
| Р. 4         | Несмытая         | A <sub>n</sub>                | 0-21                       | 0,22                | 18,30          | 31,98          | 49,5  | 30,4            | 6,5              | 12,6   |
| Р. 5         | Слабосмытая      | A <sub>n</sub>                | 0-20                       | 0,17                | 24,7           | 33,73          | 41,4  | 17,9            | 11,8             | 11,7   |
| Р. 6         | Среднесмытая     | A <sub>n</sub> B <sub>1</sub> | 0-19                       | 0,19                | 11,61          | 39,70          | 48,5  | 5,6             | 21,0             | 21,9   |
| Р. 7         | Несмытая         | A <sub>n</sub>                | 0-23                       | 1,16                | 35,4           | 18,74          | 44,7  | 7,2             | 25,5             | 12,0   |
| Р. 8         | Слабосмытая      | A <sub>n</sub>                | 0-20                       | 0,12                | 32,7           | 26,28          | 40,9  | 4,6             | 26,8             | 9,5    |
| Р. 9         | Среднесмытая     | A <sub>n</sub> B <sub>1</sub> | 0-18                       | 0,32                | 12,9           | 40,28          | 46,5  | 5,0             | 24,0             | 17,5   |
| Р. 10        | Несмытая         | A <sub>n</sub>                | 0-18                       | 0,10                | 22,3           | 33,1           | 44,5  | 21,4            | 7,4              | 15,7   |
| Р. 11        | Слабосмытая      | A <sub>n</sub>                | 0-18                       | 1,03                | 36,7           | 21,47          | 40,8  | 20,8            | 5,4              | 14,6   |
| Р. 12        | Среднесмытая     | A <sub>n</sub> B <sub>1</sub> | 0-15                       | 0,27                | 34,8           | 19,83          | 45,1  | 18,8            | 2,7              | 23,6   |
| Р. 13        | Несмытая         | A <sub>n</sub>                | 0-24                       | 0,35                | 31,9           | 21,55          | 46,2  | 16,9            | 11,5             | 17,8   |
| Р. 14        | Слабосмытая      | A <sub>n</sub>                | 0-21                       | 0,10                | 35,0           | 21,0           | 43,9  | 17,5            | 11,0             | 15,4   |
| Р. 15        | Среднесмытая     | A <sub>n</sub> B <sub>1</sub> | 0-21                       | 0,14                | 33,26          | 18,6           | 48,0  | 17,8            | 7,7              | 22,5   |

Влияние степеней смытости на агрохимические свойства светло-серых почв

| № раз-<br>реза | Название<br>почв | Генети-<br>ческий<br>горизонт | Глубина<br>образца<br>в см | Гигро-<br>скопиче-<br>ская<br>влага<br>в % | Гу-<br>мус<br>в % | Азот<br>в % | Сумма<br>Са + Mg<br>в мг/экв | Гидро-<br>литиче-<br>ская кис-<br>лотность<br>в мг/экв | Степень<br>насы-<br>щенно-<br>сти осно-<br>ваниями<br>% | Валовая<br>P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>в % | Валовая<br>K <sub>2</sub> O<br>в % | Подвиж-<br>ная<br>P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>в мг/экв | Подвиж-<br>ная<br>K <sub>2</sub> O<br>в мг/экв | pH<br>соле-<br>вой |
|----------------|------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------|-------------------|-------------|------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------|
| P. 4           | Несмытая         | A <sub>n</sub>                | 0-21                       | 2,18                                       | 2,3               | 0,16        | 22,5                         | 1,08                                                   | 95,0                                                    | 0,099                                           | 2,21                               | 7,00                                                        | 7,68                                           | 6,3                |
| P. 5           | Слабосмытая      | A <sub>n</sub>                | 0-20                       | 2,03                                       | 1,9               | 0,12        | 20,4                         | 0,88                                                   | 95,8                                                    | 0,083                                           | 1,64                               | 6,21                                                        | 4,66                                           | 6,0                |
| P. 6           | Среднесмытая     | A <sub>n</sub> B <sub>1</sub> | 0-19                       | 2,83                                       | 1,4               | 0,08        | 23,45                        | 1,17                                                   | 95,1                                                    | 0,100                                           | 2,25                               | 6,70                                                        | 7,74                                           | 5,6                |
| P. 7           | Несмытая         | A <sub>n</sub>                | 0-23                       | 3,14                                       | 2,1               | 0,16        | 27,8                         | 1,08                                                   | 96,1                                                    | 0,078                                           | 0,81                               | 4,30                                                        | 8,25                                           | 6,2                |
| P. 8           | Слабосмытая      | A <sub>n</sub>                | 0-20                       | 2,90                                       | 1,6               | 0,12        | 25,04                        | 0,69                                                   | 98,0                                                    | 0,068                                           | 0,97                               | 2,92                                                        | 7,74                                           | 5,3                |
| P. 9           | Среднесмытая     | A <sub>n</sub> B <sub>1</sub> | 0-18                       | 3,46                                       | 1,4               | 0,06        | 26,18                        | 1,34                                                   | 95,8                                                    | 0,071                                           | 1,23                               | 3,37                                                        | 8,81                                           | 5,1                |
| P. 10          | Несмытая         | A <sub>n</sub>                | 0-18                       | 2,89                                       | 2,9               | 0,19        | 27,9                         | 1,28                                                   | 99,2                                                    | 0,098                                           | 1,54                               | 5,50                                                        | 8,75                                           | 5,6                |
| P. 11          | Слабосмытая      | A <sub>n</sub>                | 0-18                       | 2,37                                       | 2,0               | 0,16        | 18,95                        | 1,08                                                   | 99,5                                                    | 0,083                                           | 1,42                               | 4,71                                                        | 6,67                                           | 5,4                |
| P. 12          | Среднесмытая     | A <sub>n</sub> B <sub>1</sub> | 0-15                       | 2,89                                       | 1,3               | 0,09        | 20,33                        | 1,37                                                   | 93,5                                                    | 0,075                                           | 1,79                               | 5,4                                                         | 7,21                                           | 5,0                |
| P. 13          | Несмытая         | A <sub>n</sub>                | 0-24                       | 3,08                                       | 2,5               | 0,18        | 24,92                        | 1,28                                                   | 95,0                                                    | 0,100                                           | 1,68                               | 8,58                                                        | 7,74                                           | 5,4                |
| P. 14          | Слабосмытая      | A <sub>n</sub>                | 0-21                       | 2,02                                       | 2,1               | 0,14        | 20,2                         | 1,07                                                   | 95,0                                                    | 0,079                                           | 0,96                               | 6,24                                                        | 5,11                                           | 5,2                |
| P. 15          | Среднесмытая     | A <sub>n</sub> B <sub>1</sub> | 0-21                       | 2,46                                       | 1,4               | 0,08        | 20,84                        | 1,57                                                   | 93,0                                                    | 0,086                                           | 1,43                               | 7,28                                                        | 6,16                                           | 5,0                |

в слабосмытых почвах величина ее несколько снижается и затем слегка увеличивается в среднесмытых.

Степень насыщенности основаниями несмытых почв составляет 95,0—99%. С усилением смытости величина ее изменяется слабо; однако обнаруживается слабая тенденция к уменьшению насыщенности в среднесмытых почвах вследствие увеличения гидролитической кислотности.

pH солевой вытяжки несмытых светло-серых почв колеблется в слаббокислом интервале (5,4—6,3). С усилением степени смытости реакция, несколько не согласуясь с показаниями гидролитической кислотности, непрерывно подкисляется и составляет 5,0—5,6.

Данные почвы довольно близки по содержанию валовой фосфорной кислоты. С увеличением степени смытости происходит довольно постепенное снижение количества валового фосфора, что вызвано, с одной стороны, падением количества гумуса, а с другой — вовлечением части иллювиального горизонта в пахотный слой. Слабосмытые почвы характеризуются меньшим количеством валового фосфора; в среднесмытых разностях содержание его несколько возрастает, но почти не превышает таковое в пахотных горизонтах несмытых почв.

Что касается валового калия, то в содержании его в основном отмечена та же закономерность, что и для иловой фракции, т. е. количество его несколько уменьшается в пахотных горизонтах слабосмытых почв и довольно значительно увеличивается в среднесмытых.

По содержанию подвижных форм калия и фосфора несмытые почвы близки между собой; количество подвижного фосфора колеблется от 4,3 до 8,58 мг на 100 г почвы, подвижного калия от 5,1 до 8,8 мг. С усилением степени смытости содержание их изменяется сходным образом, несколько уменьшаясь в слабосмытых почвах и увеличиваясь в среднесмытых. Необходимо отметить, что заметное уменьшение количества этих элементов наблюдается лишь в пахотных горизонтах слабосмытых почв; разница же в содержании подвижных форм калия и фосфора в несмытых и среднесмытых почвах за счет распахиывания иллювиальных горизонтов очень мала. Рассмотрим структурно-агрегатный состав светло-серых почв разной степени смытости, для чего обратимся к таблице 3.

Пахотные горизонты светло-серых несмытых почв содержат небольшое количество водопрочных агрегатов. В соответствии с гумусностью и механическим составом содержание их колеблется от 10,5 до 15,8%. Такая низкая водопрочность структуры, вероятно, связана с тем, что почвенные образцы брались осенью в конце вегетационного периода. Известно, что любая почва в течение вегетационного периода утрачивает свою структуру и прочность. Исключением являются почвы под бобово-злаковой травосмесью, где наблюдается прогрессивное накопление водопрочных агрегатов.

Пахотные горизонты слабосмытых почв характеризуются несколько меньшей водопрочностью структуры. Вследствие потери при смыве гумуса и тонкодисперсных частиц содержание водопрочных агрегатов снижается до 7,3—14,6%. В среднесмытых почвах содержание водопрочных агрегатов возрастает за счет припахивания иллювиальных горизонтов, характеризующихся, как известно, повышенной водопрочностью структуры. Последнее обусловлено обогащением иллювиального горизонта глинисто-коллоидными частицами и отсутствием факторов, механически разрушающих структуру (А. В. Колоскова, 1960). Содержание водопрочных агрегатов в среднесмытых почвах равно или превышает таковое в пахотных горизонтах несмытых почв. Однако исходя из этого, нельзя предположить, улучшение водно-физических свойств смытых почв; известно, что иллювиальный горизонт обладает высоким объемным весом, большой плотностью, низкой порозностью, т. е. его структура не явля-

Влияние степени смытости светло-серых лесных почв на содержание в них водорословных агрегатов

| №№ раз-реза | Название почв          | Генетический горизонт         | Глубина образца в см | Размер фракций в мм |      |       |          |       |
|-------------|------------------------|-------------------------------|----------------------|---------------------|------|-------|----------|-------|
|             |                        |                               |                      | 3-2                 | 2-1  | 1-0,5 | 0,5-0,25 | <0,25 |
| P. 4        | Несмытая . . . . .     | A <sub>n</sub>                | 0-21                 | 0,2                 | 0,5  | 1,2   | 8,65     | 89,45 |
| P. 5        | Слабосмытая . . . . .  | A <sub>n</sub>                | 0-20                 | —                   | 0,26 | 0,96  | 6,04     | 92,74 |
| P. 6        | Среднесмытая . . . . . | A <sub>n</sub> B <sub>1</sub> | 0-19                 | —                   | 1,10 | 3,0   | 7,2      | 88,7  |
| P. 7        | Несмытая . . . . .     | A <sub>n</sub>                | 0-23                 | 0,2                 | 1,5  | 3,8   | 10,2     | 84,3  |
| P. 8        | Слабосмытая . . . . .  | A <sub>n</sub>                | 0-20                 | 0,1                 | 4,86 | 3,20  | 7,33     | 84,51 |
| P. 9        | Среднесмытая . . . . . | A <sub>n</sub> B <sub>1</sub> | 0-18                 | 0,1                 | 4,64 | 5,34  | 8,6      | 81,32 |
| P. 10       | Несмытая . . . . .     | A <sub>n</sub>                | 0-18                 | 0,4                 | 1,68 | 2,7   | 7,80     | 77,42 |
| P. 11       | Слабосмытая . . . . .  | A <sub>n</sub>                | 0-18                 | 0,2                 | 0,9  | 2,0   | 8,89     | 88,01 |
| P. 12       | Среднесмытая . . . . . | A <sub>n</sub> B <sub>1</sub> | 0-15                 | 0,6                 | 1,5  | 2,04  | 13,65    | 82,21 |
| P. 13       | Несмытая . . . . .     | A <sub>n</sub>                | 0-24                 | 0,2                 | 0,94 | 3,4   | 10,73    | 84,73 |
| P. 14       | Слабосмытая . . . . .  | A <sub>n</sub>                | 0-21                 | 0,3                 | 0,7  | 2,7   | 10,9     | 86,40 |
| P. 15       | Среднесмытая . . . . . | A <sub>n</sub> B <sub>1</sub> | 0-21                 | 0,24                | 0,94 | 1,8   | 12,3     | 84,72 |
|             |                        |                               |                      |                     |      |       |          | 10,55 |
|             |                        |                               |                      |                     |      |       |          | 7,26  |
|             |                        |                               |                      |                     |      |       |          | 11,3  |
|             |                        |                               |                      |                     |      |       |          | 15,7  |
|             |                        |                               |                      |                     |      |       |          | 15,49 |
|             |                        |                               |                      |                     |      |       |          | 18,68 |
|             |                        |                               |                      |                     |      |       |          | 12,58 |
|             |                        |                               |                      |                     |      |       |          | 11,99 |
|             |                        |                               |                      |                     |      |       |          | 17,79 |
|             |                        |                               |                      |                     |      |       |          | 15,27 |
|             |                        |                               |                      |                     |      |       |          | 14,6  |
|             |                        |                               |                      |                     |      |       |          | 15,28 |

ется ценной. Наиболее ярким подтверждением этого факта служит резкое снижение урожайности на смытых почвах.

Ухудшение пищевого режима и водно-физических свойств смытых почв вызывает снижение на них урожайности.

Урожай зерновых культур (озимая рожь и яровая пшеница) на слабосмытых почвах снижаются в 2, а на среднесмытых в 4—5 раз по сравнению с несмытыми почвами. По мере усиления степени эродированности ухудшается и качество урожая — снижается абсолютный вес зерна. Урожайность бобовых культур (горох) подчиняется той же закономерности, но падение урожая здесь менее резкое. Наименее контрастные показатели величины урожая на смытых почвах обнаруживают многолетние травы (люцерна): на почвах слабой степени смытости урожай их снижается в 1,5, на среднесмытых — менее чем в 2 раза.

Как мы видели из таблицы, наиболее прогрессивно убывает с усилением степени смытости содержание гумуса и азота; что же касается запасов фосфора и калия, то по отношению к ним заметная разница, как уже говорилось, обнаруживается лишь в слабосмытых почвах; среднесмытые почвы характеризуются тем же количеством подвижных форм калия и фосфора.

На основании этого можно предположить, что главной причиной в падении урожайности на смытых почвах является снижение запасов перегноя и азота. Подобной точки зрения придерживался и Я. В. Корнев (1937). Кроме того, известно, что при недостатке азота снижается эффективность фосфатов.

Смытые почвы, в которых на поверхность выходят иллювиальные горизонты, характеризующиеся повышенной плотностью и слабой водопроницаемостью, не могут полностью использовать выпадающие осадки, вследствие чего имеют низкие запасы влаги и быстрее иссушаются.

Опыты по определению величины коэффициента завядания, проведенные на светло-серых почвах того же колхоза, показали, что смытые почвы отличаются более высокой величиной коэффициента завядания и, следовательно, меньшим запасом доступной влаги. Немаловажной причиной, обуславливающей падение урожаев на смытых почвах, является недостаток в них влаги и снижение ее активности. Неблагоприятно сказывается не величине урожаев на смытых почвах и повышенная величина кислотности. Как известно, повышение кислотности вызывает активность в почвенном растворе алюминия и железа, оказывающих токсическое влияние на корневую систему растений.

Что касается чувствительности к степени смытости почвы основных сельскохозяйственных культур этого района, то исходя из полученных данных видно, что наименьшие требования к разнице в плодородии почвы, вызванной смытостью, предъявляют многолетние травы. Урожай люцерны на слабосмытых почвах составляет 66,4%, а на среднесмытых 57% урожая на почвах водоразделов.

Урожай гороха снижается на смытых почвах тоже довольно слабо (84% и 40%).

Более резким падением урожайности охарактеризовалась озимая рожь (урожай на слабосмытых почвах составил 51%, а на среднесмытых всего 26,3% урожая на несмытых почвах).

Наиболее требовательной к почвенным условиям оказалась яровая пшеница (урожай на слабосмытых почвах равен 44,4%, а на сильно-смытых всего 20,5% урожая на несмытых почвах водоразделов).

Полученные нами данные близки к результатам, полученным Г. А. Пресняковой (1945, 1946, 1953), В. П. Мосоловым (1948) и др. Примерно в том же порядке убывает почвозащитная роль этих культур.

Таблица 4

## Влияние степени смывости почв на урожайность сельскохозяйственных культур

| № разреза | Название почвы | Название культуры | Урожай зерна | Абсолютный вес зерна | Урожай в % | Урожай и/или трав (сено) в ц/га |
|-----------|----------------|-------------------|--------------|----------------------|------------|---------------------------------|
| Разр. 4   | Несмытая       | Рожь озимая       | 10,0         | 20,0                 | 100,0      | —                               |
| Разр. 5   | Слабосмытая    | "                 | 5,1          | 17,6                 | 51,01      | —                               |
| Разр. 6   | Среднесмытая   | "                 | 2,62         | 15,9                 | 26,3       | —                               |
| Разр. 7   | Несмытая       | Горох             | 11,4         | 162,2                | 100,0      | —                               |
| Разр. 8   | Слабосмытая    | "                 | 9,5          | 157,6                | 83,9       | —                               |
| Разр. 9   | Среднесмытая   | "                 | 4,54         | 148,0                | 40,0       | —                               |
| Разр. 10  | Несмытая       | Яровая пшеница    | 12,86        | 29,75                | 100,0      | —                               |
| Разр. 11  | Слабосмытая    | "                 | 5,71         | 26,08                | 44,5       | —                               |
| Разр. 12  | Среднесмытая   | "                 | 2,63         | 21,92                | 20,5       | —                               |
| Разр. 13  | Несмытая       | Люцерна           | —            | —                    | 100,0      | 31,84                           |
| Разр. 14  | Слабосмытая    | "                 | —            | —                    | 66,4       | 21,0                            |
| Разр. 15  | Среднесмытая   | "                 | —            | —                    | 57,0       | 18,1                            |

Наиболее надежная и непрерывная защита обеспечивается многолетними травами. Под покровом их поверхность почвы надежно защищена от смыва в течение круглого года. Многолетние травы восстанавливают прочность структуры и общее плодородие почвы, вследствие чего усиливается поглощение воды почвой, не возникает поверхностный сток. На втором месте в условиях преобладания стока, вызываемого талыми водами, стоят озимые культуры. Развиваясь с осени, они хорошо защищают почву от смыва в период весеннего и осеннего стока.

Зернобобовые культуры (горох) обогащают почву азотом и органическим веществом и предохраняют почвы от разрушения летними дождями и ливнями. И, наконец, последнее место занимают в наших условиях яровые культуры, защищающие почву от смыва во второй половине лета до уборки урожая.

## ЛИТЕРАТУРА

- Козменко А. С., Харитонов Г. А., Корнев Я. В., Ивашковский А. Д. Приемы противозероэрозийной мелиорации. 1937.
- Корнев Я. В. Эрозия почвы как фактор урожайности. Сб. «Эрозия почв», 1937.
- Клепинин Н. Н. Эрозия и урожай. Сб. «Эрозия почв», 1937.
- Мосолов В. П. Рельеф местности и вопросы земледелия. Доклады ВАСХНИИ, 1948, № 3.
- Преснякова Г. А. Влияние степени эродированности (смывости) почвы на урожай сельскохозяйственных культур — «Почвоведение», 1945, № 8.
- Преснякова Г. А. Влияние сезонной эрозии на урожай сельскохозяйственных культур. — «Почвоведение», 1946, № 7.
- Преснякова Г. А. Влияние процессов водной эрозии на урожай сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистых почвах и пути повышения плодородия смывных почв. Труды Почвенного института АН СССР, т. 40, 1953.
- Трушин В. Ф. Влияние эрозии на свойства почв и урожайность сельскохозяйственных культур. Известия ТСХА, 1956, 2(12).
- Черемисинов Г. А. Агропроизводственные свойства эродированных почв. Научные труды Укр. НИИ лесного хозяйства и агролесомелиорации, 1956, № 18.
- Шикунда Н. К. Влияние степени эродированности почв Донбасса на урожай сельскохозяйственных культур. Научные труды Укр. НИИ лесного хозяйства и агролесомелиорации, 1956, № 18.

*Л. Г. Бухараева*

### **ОБ ИЗМЕНЕНИИ ВОДОПРОЧНОСТИ СТРУКТУРЫ ПОЧВ ВЫСОКОГО ПРЕДВОЛЖЬЯ ТАТАРСКОЙ АССР В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ СМЫТОСТИ\***

В трудах В. Р. Вильямса, А. Ф. Тюлина, Н. И. Саввинова, Н. А. Качинского, Г. А. Павлова, П. В. Вершинина неоднократно подчеркивалось, что агрономически ценной структурой является лишь водопрочная структура, т. е. не распадающаяся при размывании водой на составляющие ее механические элементы. Прочность структуры зависит в первую очередь от количества и качества перегноя. Из перегнойных соединений лишь гуминовые кислоты и близкие им по составу вещества способны при высушивании переходить в нерастворимое в воде состояние и придавать тем самым устойчивость почвенным агрегатам (П. В. Вершинин 1948).

Другими немаловажными факторами, обуславливающими водопрочность структуры, является наличие в почве поглощенного кальция и магния и содержание иловой фракции  $< 0,001$  мм. Но прочность структуры не вечна. Она подвергается постоянному разрушению как вследствие обработки сельскохозяйственными орудиями, так и от действия атмосферных осадков.

Очень большое значение это свойство приобретает в областях с расчлененным рельефом, где почвы при наличии достаточного количества осадков подвергаются разрушительному действию смыва и размыва. С водопрочностью структуры связано свойство водопроницаемости. Необходимо отметить, что полного соответствия между ними нет и быть не может, так как на водопроницаемость оказывают влияние и другие факторы (Н. И. Саввинов, 1931). Но в самом общем виде закономерность — водопроницаемость тем выше, чем выше прочность структуры — существует и подтверждается в полевых условиях.

Известно, что почвы, характеризующиеся высокой водопрочностью структуры, обыкновенно достаточно хорошо усваивают влагу атмосферных осадков, в силу чего поверхностный сток на них не возникает или развивается слабо. В распыленных почвах фильтрация очень низка и талые дождевые и ливневые воды, не задерживаясь на поверхности, превращаются в воды поверхностного стока; последний, увлекая с собой

---

\* Работа выполнена под руководством проф. М. А. Винокурова.

тонкодисперсные почвенные частицы, приводит к формированию смытых почв, отличающихся крайне низким плодородием.

В условиях Предволжья Тат. АССР, где глубокие местные базисы эрозии, сильная расчлененность территории овражно-балочной сетью и климатические условия способствуют интенсивному развитию процессов водной эрозии, вопросы водопрочности почвенной структуры приобретают первостепенное значение. Водопрочность структуры различных почвенных типов Татарии освещена в работах А. В. Колосковой (1959, 1960, 1964), М. А. Коршунова (1964) и других авторов. Слабо освещена в этом отношении водопрочность почв различной степени смытости.

В настоящем сообщении мы хотим показать изменение содержания водопрочных агрегатов в почвах различной степени смытости, содержание в них водопрочных агрегатов разного размера и изменение содержания гумуса в водопрочных агрегатах в зависимости от их размеров.

Определение содержания водопрочных агрегатов проводилось по методу Н. И. Саввинова. В качестве объекта для исследования были взяты светло-серые, серые и темно-серые лесные почвы. В таблице 1 приводятся данные содержания гумуса, суммы поглощенных кальция и магния и иловой фракции.

Таблица 1

Содержание гумуса, поглощенных оснований и иловой фракции

| Название почв и номер разреза | Генетический горизонт                           | Глубина образца в см | Гумус в % | Ca + Mg в м/экв | Иловая фракция < 0,001 мм |
|-------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------|-----------|-----------------|---------------------------|
| 1                             | 2                                               | 3                    | 4         | 5               | 6                         |
| 31. Светло-серая не-смытая    | A <sub>n</sub>                                  | 0—19                 | 2,5       | 18,5            | 21,41                     |
|                               | A <sub>2</sub> B                                | 19—28                | 1,3       | 22,6            | 28,07                     |
|                               | B <sub>1</sub>                                  | 30—40                | 1,0       | 25,0            | 35,17                     |
|                               | B <sub>2</sub>                                  | 40—50                | 0,9       | 27,2            | 36,72                     |
|                               | B <sub>2</sub>                                  | 70—80                | 0,7       | 26,7            | 36,51                     |
|                               | BC                                              | 100—110              | 0,7       | —               | 39,01                     |
|                               | C                                               | 160—170              | —         | —               | 38,90                     |
| 32. Светло-серая слабосмытая  | A <sub>n</sub>                                  | 0—19                 | 1,7       | 18,7            | 22,54                     |
|                               | B <sub>1</sub>                                  | 19—28                | 0,9       | 23,9            | 31,62                     |
|                               | B <sub>2</sub>                                  | 30—40                | 0,8       | 28,0            | 35,55                     |
|                               | B <sub>2</sub>                                  | 40—50                | 0,8       | 30,0            | 38,63                     |
|                               | B <sub>2</sub>                                  | 70—80                | 0,6       | 28,3            | 38,78                     |
| 33. Светло-серая среднесмытая | A <sub>n</sub> (A <sub>n</sub> B <sub>1</sub> ) | 0—14                 | 1,5       | 22,4            | 27,08                     |
|                               | B <sub>2</sub>                                  | 21—28                | 0,8       | 28,6            | 37,39                     |
|                               | B <sub>2</sub>                                  | 30—40                | 0,8       | 29,3            | 38,79                     |
|                               | B <sub>2</sub>                                  | 40—50                | 0,7       | 29,1            | 39,73                     |
|                               | B <sub>2</sub>                                  | 70—80                | 0,7       | 34,2            | 40,12                     |

| Название почв и<br>номер разреза | Генетиче-<br>ский<br>горизонт                   | Глубина<br>образца<br>в см | Гумус<br>в % | Ca + Mg<br>в<br>м/экв | Иловатая<br>фракция<br>< 0,001 мм |
|----------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------|--------------|-----------------------|-----------------------------------|
| 1                                | 2                                               | 3                          | 4            | 5                     | 6                                 |
| 34. Светло-серая<br>сильносмытая | A <sub>п</sub> B <sub>1</sub>                   | 0—16                       | 1,0          | 26,6                  | 35,02                             |
|                                  | B <sub>2</sub>                                  | 21—29                      | 0,7          | 28,3                  | 40,99                             |
|                                  | B <sub>2</sub>                                  | 30—40                      | 0,7          | 28,8                  | 41,87                             |
|                                  | BC                                              | 40—50                      | 0,7          | 28,0                  | 38,80                             |
|                                  | BC                                              | 70—80                      | 0,6          | 30,0                  | 39,40                             |
| 54. Серая несмытая               | A <sub>п</sub>                                  | 0—18                       | 4,1          | 31,7                  | 27,54                             |
|                                  | A <sub>2</sub> B                                | 18—27                      | 2,4          | 34,3                  | 33,40                             |
|                                  | B <sub>1</sub>                                  | 27—35                      | 1,2          | 34,6                  | 39,10                             |
|                                  | B <sub>1</sub>                                  | 35—45                      | 0,9          | 35,3                  | 42,74                             |
|                                  | B <sub>2</sub>                                  | 60—70                      | 0,6          | 35,4                  | 42,64                             |
|                                  | BC                                              | 100—110                    | 0,6          | 35,9                  | 43,06                             |
| 57. Серая средне-<br>смытая      | A <sub>п</sub>                                  | 0—16                       | 1,9          | 20,9                  | 20,9                              |
|                                  | B <sub>1</sub>                                  | 16—26                      | 0,6          | —                     | 34,31                             |
|                                  | B <sub>1</sub>                                  | 26—36                      | 0,6          | —                     | 39,30                             |
|                                  | C                                               | 100—110                    | —            | —                     | 44,30                             |
| 91. Темно-серая не-<br>смытая    | A <sub>п</sub>                                  | 0—23                       | 5,6          | 34,5                  | 23,07                             |
|                                  | AB                                              | 23—33                      | 3,1          | 29,6                  | 23,28                             |
|                                  | AB                                              | 33—42                      | 2,6          | 27,7                  | 25,19                             |
|                                  | B <sub>1</sub>                                  | 52—60                      | 1,6          | 26,0                  | 26,72                             |
|                                  | BC                                              | 80—90                      | 0,7          | 26,0                  | 29,38                             |
|                                  | BC                                              | 100—110                    | 0,5          | 26,0                  | 31,11                             |
|                                  | —                                               | —                          | —            | —                     | 29,17                             |
| 92. Темно-серая<br>слабосмытая   | A <sub>п</sub>                                  | 0—20                       | 4,0          | 29,5                  | 22,37                             |
|                                  | AB                                              | 22—32                      | 2,9          | 29,6                  | 20,48                             |
|                                  | B <sub>1</sub>                                  | 32—42                      | 2,6          | 26,9                  | 30,29                             |
|                                  | B <sub>2</sub>                                  | 50—60                      | 1,0          | 23,5                  | 32,44                             |
|                                  | B <sub>2</sub>                                  | 62—72                      | 0,7          | 23,1                  | 33,35                             |
| 93. Темно-серая<br>среднесмытая  | A <sub>п</sub> (A <sub>п</sub> B <sub>1</sub> ) | 0—22                       | 2,5          | 23,8                  | 2,066                             |
|                                  | B <sub>2</sub>                                  | 22—32                      | 1,4          | 24,3                  | 28,46                             |
|                                  | B <sub>2</sub>                                  | 32—42                      | 0,7          | 24,3                  | 29,27                             |
|                                  | B <sub>2</sub>                                  | 53—62                      | 0,6          | 22,5                  | 29,27                             |

Приведенные в таблице показатели довольно типичны для подтипов серых лесных почв.

В направлении от светло-серых к темно-серым почвам увеличивается содержание гумуса и сумма поглощенных оснований.

Увеличение степени смывистости влечет за собой во всех исследованных почвах снижение содержания гумуса. Что касается иловатой фракции, то поведение ее в светло-серых почвах отличается от поведения в серых и темно-серых почвах.

В светло-серых почвах с увеличением степени смывистости содержание иловатой фракции заметно возрастает, что обуславливается припахиванием иллювиального горизонта, обогащенного продуктами вымывания.

Серые и темно-серые смытые почвы по сравнению с почвами водоразделов обедняются тонкодисперсной фракцией, что связано в первую очередь с выносом ее при смыве. Известно (закон Эри), что сопротивление частей при смыве прямо пропорционально их диаметру. Несомненно, что подобный же процесс идет и в светло-серых почвах, только в них он затухивается ежегодной обработкой. В серых и темно-серых смытых почвах, где иллювиальный горизонт распаивается в слабой степени, либо вовсе не распаивается, содержание иловатой фракции снижается.

Изменение суммы поглощенных оснований в светло-серых смытых почвах подчиняется той же закономерности, что и иловатая фракция; в серой и темно-серой смытых почвах обменная способность коррелируется с содержанием гумуса и иловатой фракции.

Перейдем к рассмотрению влияния степени смывистости на содержание водопрочных агрегатов. Результаты определения приведены в таблице 2. Из таблицы видно, что водопрочность структуры возрастает в направлении от светло-серых почв к темно-серым, коррелируясь в основном с содержанием гумуса. Если в светло-серой несмытой почве количество водопрочных агрегатов составляет в пахотном слое 18,16%, то в серой и темно-серой почвах оно возрастает соответственно до 24,7% и 30,7%. Подпахотные слои их характеризуются соответственно более высоким содержанием водопрочных агрегатов, причем разница между их содержанием в пахотном и подпахотном слоях достигает гораздо большей величины в светло-серой и серой почвах, чем в темно-серой.

Рассмотрим конкретно изменение содержания водопрочных агрегатов внутри каждого почвенного подтипа в зависимости от степени смывистости.

В светло-серой почве возрастание степени эродированности приводит в слабосмытой разности к полному обесструктуриванию пахотного слоя (количество фракции  $< 0,25$  мм достигает здесь 96,66%).

В среднесмытой и сильносмытой почвах содержание водопрочных агрегатов возрастает соответственно до 15,2 и 25,9%. Как уже указывалось, значительную долю пахотного слоя в смытых светло-серых почвах составляет иллювиальный горизонт, обогащенный иловатой фракцией и обладающий в связи с этим и большим количеством водопрочных агрегатов. В серой и темно-серой почвах количество водопрочных агрегатов с увеличением степени смывистости неуклонно снижается, обнаруживая очень хорошую зависимость от содержания гумуса и иловатой фракции, причем это относится не только к пахотным, но и подпахотным горизонтам.

Так, в среднесмытой серой почве оно уменьшается с 24,5 до 9,8%, в темно-серой слабо- и среднесмытых почвах соответственно — с 30,9 до 22,6 и 10,4%.

Цифры таблицы 2 позволяют обнаружить одно интересное, на наш взгляд, явление. Если пахотные горизонты несмытых разностей серых лесных почв, как уже указывалось, отличаются друг от друга по содер-

**Содержание водопорочных агрегатов в серых лесных почвах разной степени смывости**

| №№<br>разреза | Название<br>почвы         | Генети-<br>ческий<br>горизонт                   | Глубина<br>образца<br>в см | Водопитные агрегаты в % |               |               |                |                |                |
|---------------|---------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
|               |                           |                                                 |                            | >3                      | 3-1           | 1-0,5         | 0,5-0,25       | <0,25          |                |
| 31            | Светло-серая несмытая     | A <sub>п</sub><br>A <sub>2</sub> B              | 0-19<br>19-28              | 0,4                     | 1,62<br>1,64  | 2,64<br>8,68  | 13,5<br>19,02  | 81,84<br>69,66 | 18,16<br>30,34 |
| 32            | Светло-серая слабосмытая  | A <sub>п</sub><br>B <sub>1</sub>                | 0-19<br>19-28              | -                       | -             | 0,08<br>1,66  | 2,74<br>17,08  | 96,66<br>73,26 | 3,34<br>26,14  |
| 33            | Светло-серая среднесмытая | A <sub>п</sub> B <sub>1</sub><br>B <sub>2</sub> | 0-14<br>21-28              | -                       | -             | 1,09<br>12,72 | 3,44<br>24,6   | 10,7<br>11,34  | 15,23<br>48,66 |
| 34            | Светло-серая сильносмытая | A <sub>п</sub> B <sub>1</sub><br>B <sub>2</sub> | 0-16<br>19-28              | -                       | -             | 2,58<br>24,24 | 7,2<br>26,0    | 16,14<br>13,14 | 25,92<br>63,54 |
| 54            | Серая несмытая            | A <sub>п</sub><br>A <sub>2</sub> B              | 0-18<br>18-27              | 0,3<br>0,06             | 1,62<br>14,96 | 5,24<br>22,96 | 17,58<br>22,02 | 75,26<br>40,0  | 24,74<br>60,0  |
| 57            | Серая среднесмытая        | A <sub>п</sub><br>B <sub>1</sub>                | 0-16<br>16-26              | -                       | -             | 0,82<br>1,88  | 1,54<br>6,76   | 91,2<br>69,92  | 9,8<br>30,08   |
| 91            | Темно-серая несмытая      | A <sub>п</sub><br>AB                            | 0-23<br>23-33              | 0,23                    | 2,05<br>3,04  | 8,08<br>12,76 | 20,34<br>23,48 | 69,30<br>60,72 | 30,70<br>39,28 |
| 92            | Темно-серая слабосмытая   | A <sub>п</sub><br>AB                            | 0-20<br>22-32              | -                       | -             | 2,35<br>2,04  | 6,36<br>13,34  | 77,49<br>65,66 | 22,51<br>33,34 |
| 93            | Темно-серая среднесмытая  | A <sub>п</sub><br>B <sub>1</sub>                | 0-22<br>22-32              | -                       | -             | 0,41<br>0,66  | 8,46<br>16,36  | 89,56<br>81,4  | 10,44<br>18,6  |

жанию водопрочных агрегатов, то различие в этом отношении в смытых почвах нивелируется. Все смытые почвы оструктурены очень слабо, причем наиболее резкое снижение происходит в серой и темно-серой смытых почвах. По-видимому, это можно объяснить тем, что в светло-серых почвах иллювиальный горизонт припахивается к пахотному слою; в серых и темно-серых почвах он либо припахивается в значительно меньшем количестве по сравнению с светло-серыми почвами, либо иллювиальный горизонт вообще не затрагивается распашкой; поэтому в этих почвах содержание водопрочных агрегатов изменяется соответственно содержанию гумуса и иловой фракции.

Что касается водопрочности агрегатов разного размера, то, как видно из таблицы, она возрастает с уменьшением размера агрегата как в несмытых, так и в смытых почвах.

Наши данные согласуются в этом отношении с результатами исследований П. И. Андрианова, М. Ф. Ракитиной (1939), В. Б. Гуссак (1958) и А. В. Колосковой (1964).

В противоположность этому, Г. И. Павлов, М. Г. Чижевский, С. П. Долгов и Бекаревич (приводится по В. Б. Гуссаку) считают, что устойчивость агрегата возрастает с увеличением его размера.

Представители противоположных мнений придерживаются, естественно, и различных концепций в объяснении этого явления; но большинство из них сходятся в одном: устойчивость в воде агрегатов различной крупности обуславливается скорее всего причинами, лежащими вне химической природы агрегата (В. Б. Гуссак, 1958), т. е. не качественным составом агрегата, а его физическими свойствами.

С целью выяснения влияния степени смытости на качественный состав водопрочных агрегатов мы определяли содержание гумуса в различных по величине агрегатах, выделенных из светло-серых почв (табл. 3).

Таблица 3

| №№<br>разреза | Название<br>почвы              | Генети-<br>ческий го-<br>ризонт | Глубина<br>в см | Размер<br>фракций<br>в мм         | Содержа-<br>ние гумуса<br>в % |
|---------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| 31            | Светло-серая несмытая          | A <sub>n</sub>                  | 0—19            | 2—1<br>1—0,5<br>0,5—0,25<br><0,25 | 4,6<br>3,8<br>3,5<br>2,0      |
| 32            | Светло-серая слабосмы-<br>тая  | A <sub>n</sub>                  | 0—19            | 1—0,5<br>0,5—0,25<br><0,25        | 2,5<br>2,3<br>1,5             |
| 34            | Светло-серая сильно-<br>смытая | A <sub>n</sub> B <sub>1</sub>   | 0—16            | 2—1<br>1—0,5<br>0,5—0,25<br><0,25 | 0,9<br>0,9<br>1,0<br>1,1      |

Из таблицы 3 видно, что с уменьшением размера агрегата в светло-серых несмытых и слабосмытых почвах содержание гумуса уменьшается. В сильносмытой почве обнаруживается слабая тенденция к увеличению содержания гумуса при уменьшении размера агрегата. Таким образом, полученные нами данные согласуются с мнением перечисленных выше авторов. Действительно высокая водопрочность агрегатов мелкого размера не коррелируется с содержанием в них гумуса и, очевидно, связана с физическими свойствами агрегата. М. А. Винокуров совместно с

А. И. Ивановой (1959), А. В. Колоскова с Р. Х. Акбердиной (1959) в своих исследованиях пришли к выводу, что качественный состав агрегатов улучшается с уменьшением их размера. Данные таблицы 3 не подтверждают вышеупомянутых авторов, но они согласуются с результатами исследований А. Б. Рубашева (1949) и Д. В. Хана (1957).

## ВЫВОДЫ

1. Серые лесные почвы обладают невысоким содержанием водопрочных агрегатов.

2. Наибольшим содержанием водопрочных агрегатов обладают из них темно-серые почвы, наименьшим — светло-серые, серые почвы занимают между ними промежуточное положение.

3. С увеличением степени смывости в серой и темно-серой смывых почвах количество водопрочных агрегатов снижается, коррелируясь с содержанием гумуса и иловой фракции.

В светло-серых почвах увеличение степени смывости сопровождается некоторым увеличением количества водопрочных агрегатов, что связано с припахиванием иллювиального горизонта.

По мере уменьшения размера агрегата водопрочность их повышается. Содержание гумуса в водопрочных агрегатах с уменьшением их размера понижается.

## ЛИТЕРАТУРА

Андреев П. И., Ракитина М. Ф. Зависимость физических свойств почв от размера агрегатов. Доклады ВАСХНИЛ, вып. 23—24, 1939.

Винокуров М. А., Иванова А. И. Качественный состав водопрочных агрегатов в зависимости от их размера. Научные доклады высшей школы, 1959, № 3.

Вершинин П. В. Теоретические проблемы почвенной структуры — «Советская агрономия», 1948, № 1.

Гуссак В. Б. Эродированность почв, пути ее исследования и некоторые связанные с ней проблемы. Докт. диссерт. Ташкент, 1958.

Качинский Н. А. Структура почвы как один из факторов ее урожайности. Сельхозгиз, 1931.

Колоскова А. В., Акбердина Р. Х. Качественный состав агрегатов некоторых почв Волжско-Камской лесостепи. — «Почвоведение», 1959, № 10.

Колоскова А. В. Водопрочная структура — один из факторов противозеронозной устойчивости почв и планирования противозеронозных мероприятий. Сб. «Окультурирование и рациональное использование почв и удобрений». Изд. Казанского ун-та, 1964.

Коршунов М. А. Структура серых лесных почв, условия ее образования и пути улучшения. Сб. «Окультурирование и рациональное использование почв и удобрений». Изд. Казанского ун-та, 1964.

Павлов Г. И. О прочности почвенных структурных отдельностей. Доклады ВАСХНИЛ, вып. 2, 1948.

Рубашев А. Б. К вопросу о генезисе водопрочной структуры и роли ее в плодородии почв. — «Почвоведение», 1949, № 3.

Саввинов Н. И. Структура почвы и ее прочность на целине, перелог и старопашотных участках, 1931.

Тюлин А. Ф. Вопросы почвенной структуры. Вып. 1, 1927.

Хан Д. В. Влияние перегнойных веществ, состава минералов и обменных катионов на образование водопрочных агрегатов в черноземных почвах. — «Почвоведение», 1957, № 4.

**М. А. Винокуров, А. В. Колоскова**

## **ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ И ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ ОКУЛЬТУРИВАНИЯ**

Изучение влияния сельскохозяйственной деятельности человека на свойства почв издавна привлекало внимание исследователей. Работ по окультуриванию почв опубликовано довольно много, тем не менее теоретическая и практическая значимость вопросов, связанных с этой проблемой, до сих пор не утратила своей актуальности. В статье приводятся данные, позволяющие судить об изменении выщелоченных черноземов под влиянием окультуривания.

Объектами исследования были выщелоченные черноземы Чистопольского, Буинского и Зайнского сортоучастков и колхозов, на территории которых они расположены. Почвы перечисленных сортоучастков с момента их организации прошли три ротации 8-польного севооборота. Основная вспашка на выщелоченных черноземах производилась при подъеме пара на глубину 28—30 см. Из органических удобрений вносился навоз в пару в количестве 30 т/га; из минеральных — азот в количестве 30 кг/га, калий — 30—40 кг/га и фосфор — 40—45 кг/га действующего начала. На полях ГСУ применялась минеральная подкормка. Приступая к выполнению настоящей работы, авторы исходили из следующих соображений. Культура земледелия в ГСУ стоит на более высоком уровне, чем в колхозах. Глубокая вспашка, регулярное внесение органических и минеральных удобрений и ряд других агротехнических мероприятий, применяемых в ГСУ и проводимых в большинстве колхозов от случая к случаю, должны были сказаться как на повышении плодородия выщелоченных черноземов, так и урожайности сельскохозяйственных растений. Вследствие этого выщелоченные черноземы сортоучастков ежегодно должны были обогащаться не только за счет внесения удобрений, но и за счет значительно большего количества корневых и пожнивных остатков по сравнению с аналогичными черноземами колхозов. Предполагалось, что перечисленные выше агромероприятия и только что упомянутое должны были вызвать изменения в качественном составе почв. Полученные результаты исследований подтвердили наши предположения. Почвенный покров Чистопольского и Буинского сортоучастков представлен выщелоченными среднегумусными черноземами, а Зайнского — тучными выщелоченными черноземами. Мощность пахотного слоя у названных черноземов с 1939 г. по 1960—1962 г. с 20—22 см увеличился до 28—30 см, цвет профиля почвы стал более темный. Более

## Химические показатели выщелоченных

| Название ГСУ,<br>колхоза, разрез №    | Год исследования | Горизонт                                                     | Глубина образца<br>в см | Гумус %           | Азот %               |
|---------------------------------------|------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------|----------------------|
| Чистопольский ГСУ, разр. 1 (исходный) | 1939             | A <sub>п</sub><br>AB<br>B <sub>1</sub>                       | 0—18<br>18—32<br>32—54  | 6,2<br>4,8<br>3,5 | 0,29<br>0,24<br>0,18 |
| Чистопольский ГСУ, разр. 1а           | 1961             | A <sub>п</sub><br>A <sub>п</sub><br>AB                       | 0—18<br>24—32<br>32—54  | 6,9<br>6,1<br>3,9 | 0,38<br>0,31<br>0,27 |
| К-з „Заветы Ильича“, разр. 16         | 1961             | A <sub>п</sub><br>AB<br>B <sub>1</sub>                       | 0—18<br>23—33<br>50—60  | 6,6<br>4,8<br>1,9 | 0,39<br>0,28<br>—    |
| Бунинский ГСУ, разр. 170 (исходный)   | 1939             | A <sub>п</sub><br>AB<br>B <sub>1</sub>                       | 0—15<br>25—35<br>50—60  | 7,4<br>5,9<br>3,3 | 0,37<br>—<br>—       |
| Бунинский ГСУ, разр. 170а             | 1960             | A <sub>п</sub><br>AB<br>B <sub>1</sub>                       | 0—15<br>25—35<br>50—60  | 8,1<br>7,6<br>4,3 | 0,44<br>0,38<br>0,28 |
| К-з „Татарстан“, разр. 170б           | 1960             | A <sub>п</sub><br>AB                                         | 0—15<br>25—35           | 8,1<br>7,2        | 0,37<br>0,37         |
| Зайинский ГСУ, разр. 11 (исходный)    | 1939             | A <sub>п</sub><br>AB<br>B <sub>1</sub>                       | 0—18<br>18—36<br>36—56  | 9,2<br>5,8<br>4,0 | 0,46<br>0,26<br>0,19 |
| Зайинский ГСУ, разр. 11а              | 1962             | A <sub>п</sub><br>A <sub>п</sub> + A <sub>1</sub><br>AB      | 0—18<br>18—38<br>38—56  | 8,6<br>7,9<br>4,0 | 0,42<br>0,40<br>0,22 |
| К-з „Искра“, разр. 11б                | 1962             | A <sub>п</sub><br>A <sub>1</sub> + AB<br>AB + B <sub>1</sub> | 0—18<br>18—38<br>38—56  | 8,9<br>6,0<br>4,2 | 0,45<br>0,31<br>0,21 |

Таблица 1

## черноземов ГСУ и колхозов

| С/Н  | Поглощенные основания, м/экв/100 г |     |       | Гидролитическ. кислотность м/экв | Степень насыщенности основаниями, % | рН  | Фосфор     |                                        |
|------|------------------------------------|-----|-------|----------------------------------|-------------------------------------|-----|------------|----------------------------------------|
|      | Са                                 | Mg  | сумма |                                  |                                     |     | валовой, ‰ | подвижный по титру в мг на 100 г почвы |
| 12,3 | —                                  | —   | 41,3  | 2,1                              | 95,2                                | 5,7 | —          | —                                      |
| 11,0 | —                                  | —   | 41,3  | 1,6                              | 96,0                                | 5,7 | —          | —                                      |
| 11,0 | —                                  | —   | 33,0  | 0,7                              | 97,6                                | 6,1 | —          | —                                      |
| 9,4  | 40,0                               | 6,0 | 46,0  | 2,0                              | 95,8                                | 5,4 | 0,176      | —                                      |
| 9,8  | 41,6                               | 4,4 | 46,0  | 1,0                              | 97,8                                | 5,5 | 0,155      | —                                      |
| 8,4  | 37,9                               | 4,5 | 42,4  | 0,4                              | 99,0                                | 6,3 | 0,145      | —                                      |
| 9,8  | 38,4                               | 5,1 | 43,5  | 1,7                              | 96,2                                | 5,6 | —          | —                                      |
| 9,9  | 37,0                               | 4,8 | 41,8  | 0,8                              | 98,1                                | 5,7 | —          | —                                      |
| —    | 28,0                               | 5,1 | 33,1  | 0,6                              | 98,2                                | 5,3 | —          | —                                      |
| 11,2 | 31,0                               | 8,7 | 39,7  | 4,0                              | 91,7                                | 5,2 | 0,133      | 8,04                                   |
| —    | 36,0                               | 6,2 | 42,2  | 1,6                              | 96,7                                | 5,8 | —          | 6,88                                   |
| —    | —                                  | —   | —     | —                                | —                                   | —   | —          | —                                      |
| 11,2 | 44,6                               | 6,5 | 51,1  | 2,7                              | 95,0                                | 5,5 | 0,170      | 21,2                                   |
| —    | 44,3                               | 7,3 | 51,6  | 2,4                              | 95,6                                | 5,6 | 0,170      | 18,8                                   |
| —    | —                                  | —   | —     | 1,6                              | —                                   | 5,5 | 0,120      | 18,8                                   |
| 12,6 | 44,5                               | 6,7 | 51,1  | 2,6                              | 95,2                                | 5,4 | 0,161      | 12,4                                   |
| —    | 43,8                               | 6,3 | 50,1  | 2,6                              | 95,0                                | 5,4 | 0,156      | 11,2                                   |
| 10,2 | 39,2                               | 5,1 | 44,3  | 4,4                              | 91,0                                | 5,5 | 0,176      | 9,20                                   |
| —    | 34,0                               | 4,8 | 38,8  | 4,2                              | 90,3                                | 5,3 | 0,143      | 5,75                                   |
| —    | —                                  | —   | —     | 2,9                              | —                                   | 5,2 | 0,103      | 9,20                                   |
| 11,8 | 43,6                               | 3,9 | 47,5  | 5,8                              | 89,1                                | 5,2 | 0,210      | 21,4                                   |
| —    | 41,8                               | 3,6 | 45,4  | 6,1                              | 88,1                                | 5,2 | 0,192      | 15,5                                   |
| —    | 35,7                               | 3,6 | 39,3  | 3,4                              | 92,6                                | 5,2 | 0,125      | 11,0                                   |
| 11,4 | 43,8                               | 4,2 | 48,0  | 5,5                              | 89,7                                | 5,3 | 0,210      | 16,2                                   |
| —    | 40,5                               | 4,9 | 45,4  | 4,0                              | 89,7                                | 5,3 | 0,162      | 11,0                                   |
| —    | 35,2                               | 2,9 | 38,1  | 3,9                              | 93,1                                | 5,2 | 0,132      | 13,6                                   |

значительные изменения произошли в химическом составе и водно-физических свойствах этих почв.

Из таблицы 1 видно, что в слое 0—18 см выщелоченного чернозема Чистопольского ГСУ содержание гумуса под влиянием окультуривания с 1939 г. к 1961 г. повысилось с 6,1 — до 6,9%. В слое же мощностью 18—32 см его количество увеличилось с 4,8 до 6,1%. Аналогичные изменения произошли и в содержании азота, вследствие чего отношение между углеродом и азотом сократилось с 12,3 до 9,4.

Аналогичные изменения в содержании гумуса и азота под влиянием окультуривания произошли и в выщелоченных черноземах Буинского ГСУ. Так, количество гумуса в слое 0—15 см исходного выщелоченного чернозема с 1939 г. к 1960 году с 7,4 повысилось до 8,1%. Количество азота увеличилось с 0,37% в исходных черноземах до 0,44% в окультуренных. Величина отношения C : N не изменилась. Таким образом, и черноземы Буинского ГСУ, подобно выщелоченным черноземам Чистопольского ГСУ, под влиянием окультуривания стали значительно богаче гумусом и азотом.

Окультуривание сказывается положительно и на выщелоченных тучных черноземах Зайнского ГСУ. Правда, в слое 0—18 см исходного чернозема гумуса и азота содержится по сравнению с окультуренным больше на 0,6% и 0,04%; однако это объясняется более равномерным распределением их в мощном пахотном слое, а не меньшим их содержанием. Из цифр таблицы видно, что в толще исходного чернозема мощностью 36 см содержится в среднем гумуса 7,5% и азота 0,36%, в толще же, равной 38 см культурного чернозема, количество их равняется соответственно 8,2% и 0,41%. Следовательно, слой массового распространения корней растений выщелоченного тучного чернозема под влиянием окультуривания стал также богаче гумусом и азотом. Что касается выщелоченных черноземов, взятых с колхозных полей, то по степени гумусированности они находятся либо на уровне 1939 г. (к-зы «Заветы Ильича» и «Искра»), либо значительно отличаются от исходного (к-з «Татарстан»). По содержанию азота черноземы двух первых колхозов несколько богаче исходных.

Содержание суммы поглощенных оснований в пахотном слое исходного чернозема Чистопольского ГСУ с 41,3 м/экв повысилось до 46,0 м/экв. Отмеченное для пахотного слоя распространяется и на нижние горизонты окультуренного чернозема Чистопольского ГСУ. Сумма поглощенных оснований в пахотном слое чернозема, взятого с поля колхоза «Заветы Ильича», по сравнению с исходным черноземом к 1961 г. также заметно увеличилась. Что касается гидролитической кислотности, то ее величина держится на уровне 1939 г. Степень насыщенности основаниями по сравнению с исходным состоянием повысилась крайне незначительно (с 95,2 до 95,8—96,2%). Подобно предыдущему чернозему сумма поглощенных оснований изменяется и в черноземе Буинского ГСУ. Под влиянием окультуривания ее величина с 1939 по 1960 годы с 39,7 м/экв повысилась до 51,1 м/экв, причем и в этом черноземе увеличение происходит главным образом за счет обменного кальция. Поскольку в колхозе «Татарстан» культура земледелия находится на том же уровне, как в Буинском ГСУ, сумма поглощенных оснований в почве колхоза изменилась с 1939 г. к 1960 г. на ту же величину, что и в черноземе ГСУ. Величина гидролитической кислотности под влиянием окультуривания в черноземе ГСУ и колхоза с 1939 г. к 1960 г. с 4,0 м/экв уменьшилась до 2,6—2,7 м/экв, вследствие чего степень насыщенности его основаниями повысилась с 92 до 95%. Менее значительные изменения произошли в сумме поглощенных оснований за период с 1939 г. по 1962 г. в выщелоченном тучном черноземе Зайнского ГСУ. Разница

между суммой поглощенных оснований пахотного слоя чернозема, взятого в 1962 г. и в 1939 г., равна всего лишь 3,2 м/экв; в слое же 0—38 см она достигает 4,9 м/экв. Что касается гидролитической кислотности, то ее величина под влиянием внесения физиологически кислых удобрений к 1962 году значительно увеличилась. Между окультуренным черноземом ГСУ и черноземом, взятым с поля колхоза «Искра», по сумме поглощенных оснований и гидролитической кислотности существенных различий не имеется. По причине более высокой гидролитической кислотности насыщенность чернозема ГСУ и колхоза «Искра» по сравнению с исходным черноземом уменьшилась с 91% до 89%.

Значения рН солевой суспензии в окультуренных черноземах по сравнению с исходными изменились слабо. Весьма значительно изменилось общее содержание фосфора. Так, в черноземах Буинского и Заинского ГСУ содержание фосфора по сравнению с его количеством в исходных почвах увеличилось соответственно с 0,133 до 0,170% и с 0,176 до 0,210%; в подпахотном горизонте чернозема Заинского ГСУ увеличение фосфора произошло еще на более значительную величину — с 0,143 до 0,192%. Подобно валовой фосфорной кислоте изменяется и подвижная, количество которой в окультуренных черноземах ГСУ по сравнению с исходными значительно больше; почвы колхоза как по содержанию валовой, так и подвижной фосфорной кислоты занимают промежуточное положение.

Из изложенного выше видно, что плодородие почв под влиянием агротехники, применяемой в ГСУ, за сравнительно короткий период времени повышается. По сравнению с исходными почвами в почвах ГСУ за три ротации 8-польного севооборота значительно увеличилось содержание гумуса, азота, фосфора и поглощенных оснований. Гидролитическая кислотность по причине систематического внесения физиологически кислых минеральных удобрений, при отсутствии известкования, в большинстве изученных нами почв, наоборот, усилилась. Плодородие почв колхозов за тот же отрезок времени также несколько улучшилось. Почвы же колхозов, в которых культура земледелия стоит на высоком уровне (к-з «Татарстан» Буинского р-на), по своему плодородию почти ничем не отличаются от почв ГСУ. Отмеченное подтверждается не только результатами приведенных выше исследований, но и данными по групповому составу гумуса и фосфора и нитрификационной способности почв ГСУ и колхозов. Вначале остановимся на групповом составе гумуса. Результаты определения приводятся в таблице 2.

Цифры таблицы 2 показывают, что под влиянием окультуривания в составе гумуса происходят заметные изменения. Так, например, общее содержание гуминовых кислот в выщелоченном черноземе сортоучастка выше, чем в черноземе колхоза; более значительная разница в этом отношении наблюдается для гор. АВ (18—38 и 38—56 см). Основной причиной указанного различия в общем содержании гуминовых кислот является 2 фракция их, которой гумус чернозема сортоучастка значительно богаче своего аналога, взятого с поля колхоза; несколько большим содержанием подвижных гуминовых кислот (фр. 1) отличается также гор. АВ чернозема сортоучастка по сравнению с их содержанием в том же горизонте чернозема колхоза; что касается гуминовых кислот, связанных с устойчивыми гидратами полуторных окислов, то количество их под влиянием окультуривания почти не изменилось. Таким образом, высокая культура земледелия, осуществляемая на сортоучастке, приводит к обогащению гумуса гуминовыми кислотами, связанными с кальцием и отчасти с подвижными гидратами полуторных окислов. По-видимому, права Кононова предполагая, что значительное количество гуминовых кислот, связанных с кальцием, вносится в почвы с самим навозом.

Таблица 2

Групповой состав гумуса в выщелоченных черноземах в % к весу почвы и общему содержанию углерода

| Название<br>ГСУ,<br>колхоза,<br>разрез | Горизонт            | Глубина образца<br>см | Органический<br>углерод | Декальцинат | Гуминовые кислоты |       |       |       | Фульвокислоты |     |       |       | Гидролизат | Негидролизуе-<br>мый остаток | Сумма | Гум.<br>к. | Отношение по-<br>движн. г. к. к об-<br>щему содержанию<br>гум. кислот | Отношение гум.<br>кислот к остатку |
|----------------------------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|-------------|-------------------|-------|-------|-------|---------------|-----|-------|-------|------------|------------------------------|-------|------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
|                                        |                     |                       |                         |             | Сумма             |       |       |       | Сумма         |     |       |       |            |                              |       |            |                                                                       |                                    |
|                                        |                     |                       |                         |             | 1                 | 2     | 3     | Сумма | 1             | 2   | 3     | Сумма |            |                              |       |            |                                                                       |                                    |
| Занский, 11а                           | А <sub>п</sub>      | 0—18                  | 4,98                    | 0,0896      | 0,60              | 1,67  | 0,283 | 2,553 | 0,52          | 0,0 | 0,125 | 0,645 | 0,125      | 1,14                         | 4,61  | 3,95       | 23,5                                                                  | 2,2                                |
|                                        | "                   | "                     | 100                     | 1,79        | 12,04             | 33,52 | 5,67  | 51,23 | 10,45         | —   | 2,52  | 12,97 | 3,71       | 22,89                        | —     | —          | —                                                                     | —                                  |
|                                        | А <sub>п</sub> — АВ | 18—38                 | 4,59                    | 0,0799      | 0,35              | 2,15  | 0,202 | 2,65  | 0,443         | 0,0 | 0,126 | 0,569 | 0,175      | 1,11                         | 4,59  | 4,65       | 13,2                                                                  | 2,3                                |
|                                        | "                   | "                     | 100                     | 1,74        | 7,62              | 46,84 | 4,39  | 58,85 | 8,67          | —   | 2,75  | 11,43 | 3,81       | 24,18                        | —     | —          | —                                                                     | —                                  |
| Искра, 11б                             | АВ                  | 38—56                 | 2,34                    | 0,054       | 0,13              | 1,17  | 0,125 | 1,425 | 0,294         | 0,0 | 0,057 | 0,351 | 0,097      | 0,72                         | 2,64  | 4,06       | 9,1                                                                   | 2,0                                |
|                                        | "                   | "                     | 100                     | 2,30        | 5,55              | 50,0  | 5,32  | 60,87 | 12,57         | —   | 2,45  | 15,02 | 4,14       | 30,76                        | —     | —          | —                                                                     | —                                  |
|                                        | А <sub>п</sub>      | 0—18                  | 6,17                    | 0,099       | 0,66              | 1,62  | 0,29  | 2,57  | 0,493         | 0,0 | 0,13  | 0,623 | 0,175      | 1,33                         | 4,80  | 4,12       | 25,6                                                                  | 1,9                                |
|                                        | "                   | "                     | 100                     | 1,91        | 12,76             | 31,34 | 5,62  | 49,72 | 9,53          | —   | 2,53  | 12,56 | 3,38       | 25,72                        | —     | —          | —                                                                     | —                                  |
|                                        | АВ                  | 18—38                 | 3,49                    | 0,0607      | 0,237             | 1,54  | 0,165 | 1,94  | 0,366         | 0,0 | 0,14  | 0,506 | 0,103      | 1,02                         | 3,62  | 3,83       | 12,2                                                                  | 1,9                                |
|                                        | "                   | "                     | 100                     | 1,73        | 6,79              | 43,64 | 4,72  | 55,15 | 10,47         | —   | 4,01  | 14,48 | 2,95       | 29,22                        | —     | —          | —                                                                     | —                                  |
|                                        | АВ                  | 38—56                 | 2,44                    | 0,0509      | 0,11              | 1,019 | 0,108 | 1,237 | 0,272         | 0,0 | 0,08  | 0,352 | 0,0909     | 0,64                         | 2,37  | 3,51       | 8,8                                                                   | 1,9                                |
|                                        | "                   | "                     | 100                     | 2,08        | 4,51              | 41,81 | 4,42  | 50,74 | 11,16         | —   | 3,29  | 16,10 | 3,73       | 26,26                        | —     | —          | —                                                                     | —                                  |

Правильным, вероятно, является ее предположение и о том, что образовавшиеся в процессе гумификации навоза гуминовые кислоты относятся к группе подвижных, однако доля участия их в общем балансе гуминовых веществ, судя по нашим данным, невелика (поскольку они в летний период относительной сухости могут перейти, по Тюрину, в гумат кальция). В составе фульвокислот значительная роль принадлежит фульвокислотам, связанным с подвижными гидратами полутораокисей; следует отметить, что в пахотном слое чернозема ГСУ их содержится, при одинаковом количестве фульвокислот 3 фракции, больше, чем в том же слое чернозема колхоза; фульвокислот, связанных с кальцием, обнаружено не было. Несколько большее содержание фульвокислот в пахотном слое чернозема ГСУ объясняется внесением физиологически кислых минеральных удобрений. Поэтому величина отношения ГК/ФК в пахотном слое этого чернозема меньше, чем в том же слое чернозема колхоза; в нижних же горизонтах наблюдается обратное, а именно: величина ГК/ФК в черноземе ГСУ выше, чем в черноземе колхоза. Следует отметить также и более высокую величину отношения между гуминовыми кислотами и негидролизуемым остатком в черноземе ГСУ по сравнению с черноземом колхоза; это дает основание предполагать, что в окультуренном черноземе вследствие интенсивно протекающих процессов гумификации остаток разлагается сильнее, чем в черноземе колхоза. Что касается веществ, извлекаемых при декальцинировании и гидролизе, то в их содержании особых различий в черноземах ГСУ и колхоза не имеется.

В таблице 3 приведены результаты определения нитрификационной способности черноземов. Из таблицы видно, что количество нитратов к концу опыта в пахотных горизонтах обоих черноземов сильно увеличилось; подпахотные же горизонты в этом отношении значительно уступают пахотным, что, несомненно, объясняется более низким содержанием в них нитрифицирующих бактерий. Далее, сравнение показывает,

Таблица 3

Нитрификационная способность черноземов

| Название ГСУ, колхоза, разрез | Горизонт       | Глубина образца в см | Гумус % | Азот валовой % | NO <sub>3</sub> мг/кг до опыта | NO <sub>3</sub> мг/кг после опыта |
|-------------------------------|----------------|----------------------|---------|----------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| Чистопольский, 1а             | A <sub>п</sub> | 0—18                 | 6,9     | 0,38           | 35,5                           | 145,2                             |
|                               | A <sub>п</sub> | 24—32                | 6,2     | 0,31           | 29,2                           | 114,7                             |
|                               | AB             | 32—54                | 3,9     | 0,27           | 25,5                           | 31,4                              |
| К-з „Заветы Ильича“, 1б       | A <sub>п</sub> | 0—18                 | 6,6     | 0,39           | 21,2                           | 118,7                             |
|                               | AB             | 23—33                | 4,8     | 0,28           | 13,9                           | 23,0                              |
| Буйинский, 170а               | A <sub>п</sub> | 0—15                 | 8,1     | 0,44           | 12,5                           | 93,6                              |
|                               | AB             | 25—35                | 7,6     | 0,38           | 10,5                           | 79,0                              |
|                               | B              | 50—60                | 4,3     | 0,28           | 5,9                            | 12,1                              |
| К-з „Татарстан“, 170б         | A <sub>п</sub> | 0—15                 | 8,1     | 0,37           | 10,5                           | 90,8                              |
|                               | AB             | 25—35                | 7,2     | 0,37           | 13,7                           | 33,4                              |

что пахотный горизонт чернозема Чистопольского ГСУ обладает значительно большей нитрификационной способностью, чем тот же горизонт чернозема колхоза, что объясняется более высоким содержанием гумуса и нитрифицирующих организмов и лучшими условиями для деятельности последних в первом.

Обращает внимание относительно слабая нитрификационная способность выщелоченного чернозема Буинского ГСУ и колхоза «Татарстан», богатого гумусом. Возможно, продолжительность опыта, ограниченная 14 сутками, для этой почвы, более богатой органическими веществами, трудно разлагаемыми микроорганизмами, является недостаточной; нитрифицирующая способность этого чернозема была бы, вероятно, проявлена сильнее, если бы почва находилась более длительное время в оптимальных условиях отепления, увлажнения и аэрации.

Об изменении под влиянием окультуривания различных групп фосфора дают представление данные таблицы 4.

Таблица 4

Содержание фосфора в выщелоченных черноземах

| Название ГСУ, колхоза, разрез | Горизонт       | Глубина образца в см | Валовая $P_2O_5$ в мг на 100 г почвы | В том числе:        |                |                     |                |                     |                |
|-------------------------------|----------------|----------------------|--------------------------------------|---------------------|----------------|---------------------|----------------|---------------------|----------------|
|                               |                |                      |                                      | I + II группа       |                | III группа          |                | IV + V группа       |                |
|                               |                |                      |                                      | в мг на 100 г почвы | в % от валовой | в мг на 100 г почвы | в % от валовой | в мг на 100 г почвы | в % от валовой |
| Чистопольский, Ia             | A <sub>n</sub> | 0—18                 | 176,0                                | 23,6                | 13,4           | 29,6                | 16,8           | 122,8               | 69,7           |
|                               | A <sub>n</sub> | 18—24                | 180,0                                | 21,5                | 11,9           | 23,9                | 13,2           | 134,6               | 74,7           |
|                               | AB             | 24—32                | 155,0                                | 14,0                | 9,0            | 16,1                | 10,4           | 125,0               | 80,6           |
| Заветы Ильича, 16             | A <sub>n</sub> | 0—18                 | 170,0                                | 21,0                | 12,3           | 12,0                | 7,0            | 138,0               | 81,1           |
|                               | AB             | 23—32                | 150,0                                | 15,1                | 10,6           | 1,3                 | 0,8            | 133,6               | 91,0           |
| Буинский, 170a                | A <sub>n</sub> | 0—15                 | 165,0                                | 26,5                | 16,0           | 17,3                | 10,5           | 121,2               | 73,5           |
|                               | AB             | 25—35                | 170,0                                | 21,2                | 12,5           | 14,9                | 8,7            | 133,9               | 78,8           |
| К-з «Татарстан», 170б         | A <sub>n</sub> | 0—15                 | 161,0                                | 19,5                | 12,1           | 8,3                 | 5,1            | 133,2               | 82,8           |
|                               | AB             | 25—35                | 156,0                                | 18,0                | 11,9           | 7,1                 | 4,4            | 136,9               | 83,7           |

Не останавливаясь на валовом фосфоре, поскольку о нем речь была выше, перейдем к рассмотрению содержания фосфатов кальция и полутораокисей. Сравнение показывает, что в гор. A<sub>n</sub> окультуренных черноземов фосфатов кальция (I + II группа) имеется как в абсолютном, так и относительном выражении значительно больше по сравнению с их количеством в том же горизонте черноземов колхоза; в гор. AB эта группа фосфатов уменьшается. Фосфаты полутораокисей (III группа) ведут себя подобно предыдущей группе. Горизонт A<sub>n</sub> почвы ГСУ по абсолютному и относительному количеству их также значительно превышает тот же горизонт почв колхозов. Книзу содержание их уменьшается, причем сильнее в почвах последних. Черноземы ГСУ как по абсолютному, так и относительному содержанию фосфатов органических соединений (IV группа) и труднорастворимых (V группа) уступают черноземам колхозов. Очевидно, более сильным разложением фосфатов органических соединений в черноземах ГСУ и следует объяснять повышенное содержание в них фосфатов первых трех групп.

В таблице 5 приведен агрегатный состав выщелоченных черноземов.

Среди различных свойств почвы, характеризующих ее производительность, не менее важным является почвенная структура и, в частности, ее прочность против разрушающего действия воды. Мы изучали агрегатный состав выщелоченных черноземов сортоучастков и соответствующих

## Содержание водопрочных агрегатов в выщелоченных черноземах в %

| Название ГСУ,<br>колхоза,<br>разрез | Горизонт       | Глубина | Размер фракции в мм |      |       |       |               |       |       |
|-------------------------------------|----------------|---------|---------------------|------|-------|-------|---------------|-------|-------|
|                                     |                |         | >3                  | 3-2  | 2-1   | 1-0,5 | 0,5-<br>-0,25 | <0,25 | >0,25 |
| Бунинский, 170а                     | A <sub>п</sub> | 0-15    | 1,66                | 1,80 | 6,06  | 18,38 | 30,16         | 41,96 | 58,04 |
|                                     | AB             | 25-35   | 2,28                | 4,24 | 15,10 | 19,26 | 24,28         | 38,84 | 65,16 |
| Татарстан, 170б                     | A <sub>п</sub> | 0-15    | 1,46                | 3,16 | 6,86  | 9,62  | 16,70         | 62,20 | 37,80 |
|                                     | AB             | 25-35   | 1,20                | 5,80 | 16,40 | 15,84 | 25,44         | 35,32 | 64,68 |
| Чистопольский, 1а                   | A <sub>п</sub> | 0-18    | 3,24                | 0,96 | 3,78  | 13,70 | 27,84         | 50,48 | 49,52 |
|                                     | A <sub>1</sub> | 24-32   | 0,88                | 1,20 | 8,60  | 13,32 | 15,80         | 60,20 | 39,80 |
| Заветы Ильича, 1б                   | A <sub>п</sub> | 0-18    | 3,90                | 1,02 | 4,46  | 12,46 | 14,62         | 63,54 | 36,46 |
|                                     | A <sub>1</sub> | 24-33   | нет                 | 0,88 | 5,90  | 17,26 | 17,00         | 58,96 | 41,04 |

почв колхоза. Сравнение показывает, что выщелоченный чернозем Бунинского сортоучастка в отличие от своего колхозного аналога характеризуется более высоким содержанием агрегатов размеров 1—0,5 мм и 0,5—0,25; причем отмеченное относится, главным образом, к гор. A<sub>п</sub> горизонты же AB в этом отношении довольно близки между собой. Общее количество агрегатов >0,25 в гор. A<sub>п</sub> и AB чернозема этого сортоучастка равно 58,04% и 65,16%, а в колхозном аналоге — 36,74% и 64,68%. Сказанное относительно Бунинского сортоучастка и колхоза, в котором расположены его поля, подтверждается аналогичными данными для маломощного выщелоченного чернозема Чистопольского сортоучастка и его аналога, взятого в колхозе. В отличие от предыдущего чернозема, этот чернозем беднее водопрочными агрегатами >0,25 мм, особенно подпахотные горизонты.

Увеличение водопрочных агрегатов в черноземах сортоучастков объясняется тем, что в них накапливается больше гумуса, а поэтому более благоприятно протекают и биохимические процессы, способствующие структурообразованию. Следует отметить, что наши данные по вопросу зависимости плодородия почвы от ее структуры согласуются с имеющимися в литературе (М. А. Винокуров и другие, 1959 г.; А. А. Лазарев, 1936 г. и др.).

В таблице 6 приведены результаты определения физических свойств выщелоченных черноземов и изменения их при окультуривании. Плотность пахотного слоя чернозема сортоучастка небольшая — 0,90 кг/см<sup>3</sup>, в почве колхоза она в 1,5 раза больше, что согласуется с их объемными весами. С глубиной в той и другой почве плотность увеличивается и в нижних горизонтах почти выравнивается. Удельный вес твердой фазы в гумусовых горизонтах этих почв равняется 2,32; с глубиной он увеличивается и колеблется около 2,48—2,50. Объемный вес пахотного слоя почвы сортоучастка значительно меньше, чем почвы колхоза. Эта разница сохраняется в пределах верхнего метра и лишь глубже она отсутствует. Меньший объемный вес первой почвы обусловлен более тщательной обработкой почв на сортоиспытательных участках по сравнению с колхозами, а также и более высокими урожаями полевых культур на сортоучастках. При хорошем развитии полевых культур корневые системы растений также хорошо развиты и проникают на большую глубину, способствуя рыхлению почвы и уменьшению ее объемного веса. Изменение скважности по профилям рассматриваемых почв подтверждает

Основные физические свойства выщелоченных черноземов

| Название<br>ГСУ,<br>коды,<br>разрез | Горизонт,<br>глубина<br>образца,<br>см | Плотность<br>кг/см³ | Уд. вес твердой<br>фазы | Объемный вес<br>г/см³ | Сквозность, % |                  |                  |                  |       |                     |                  |                 |                  |       |      |
|-------------------------------------|----------------------------------------|---------------------|-------------------------|-----------------------|---------------|------------------|------------------|------------------|-------|---------------------|------------------|-----------------|------------------|-------|------|
|                                     |                                        |                     |                         |                       | общая         | на почву         |                  |                  |       | от общей сквозности |                  |                 |                  |       |      |
|                                     |                                        |                     |                         |                       |               | занимаемая водой |                  |                  |       | занимаемая водой    |                  |                 |                  |       |      |
|                                     |                                        |                     |                         |                       |               | прочн.-<br>связ. | рыхло-<br>связ.* | капил.-<br>лярн. | всего | воздухом            | прочн.-<br>связ. | рыхло-<br>связ. | капил.-<br>лярн. | всего |      |
| Занский, 85                         | A <sub>n</sub> 0-25                    | 0,90                | 2,32                    | 1,01                  | 57            | 10,6             | 4,3              | 25,5             | 40,4  | 16,6                | 18,6             | 7,5             | 44,7             | 70,8  | 29,2 |
|                                     | A <sub>1</sub> 26-32                   | 4,40                | 2,32                    | 1,11                  | 48            | 11,8             | 4,8              | 19,4             | 36,0  | 12,0                | 24,6             | 10,0            | 40,4             | 75,0  | 25,0 |
|                                     | AB 35-45                               | 5,73                | 2,35                    | 1,11                  | 52            | 12,1             | 4,9              | 15,5             | 32,5  | 19,5                | 23,3             | 9,4             | 30,0             | 62,7  | 37,3 |
|                                     | B <sub>1</sub> 52-62                   | 6,13                | 2,48                    | 1,18                  | 52            | 12,7             | 5,8              | 11,0             | 29,6  | 22,5                | 24,4             | 11,2            | 21,2             | 56,8  | 43,2 |
|                                     | B <sub>2</sub> 70-80                   | 7,60                | 2,50                    | 1,20                  | 52            | 12,2             | 5,0              | 10,1             | 27,3  | 24,7                | 23,5             | 9,6             | 19,4             | 52,5  | 47,5 |
|                                     | BC 95-105                              | 7,06                | 2,48                    | 1,28                  | 49            | 13,0             | 5,3              | 14,8             | 33,1  | 16,9                | 26,5             | 10,8            | 30,2             | 67,5  | 32,5 |
|                                     | C 120-130                              | 7,06                | 2,48                    | 1,56                  | 37            | 15,5             | 6,3              | 10,1             | 31,9  | 5,1                 | 41,9             | 17,0            | 27,3             | 86,2  | 13,8 |
| Искра, 85а                          | C 190-200                              | 6,00                | 2,47                    | 1,50                  | 39            | 14,0             | 5,7              | 9,1              | 28,8  | 10,2                | 36,0             | 14,6            | 23,3             | 73,9  | 26,1 |
|                                     | A <sub>n</sub> 0-20                    | 1,43                | 2,32                    | 1,15                  | 50            | 11,9             | 4,8              | 21,3             | 38,0  | 12,0                | 23,8             | 9,6             | 42,7             | 76,1  | 23,9 |
|                                     | A <sub>1</sub> 20-30                   | 6,26                | 2,34                    | 1,15                  | 51            | 11,3             | 4,6              | 24,0             | 39,9  | 11,1                | 22,2             | 9,2             | 48,0             | 79,4  | 20,6 |
|                                     | AB 35-45                               | 7,20                | 2,40                    | 1,20                  | 50            | 12,7             | 5,2              | 19,4             | 37,3  | 12,7                | 25,4             | 10,4            | 38,8             | 74,6  | 25,4 |
|                                     | B <sub>1</sub> 52-62                   | 7,33                | 2,42                    | 1,34                  | 49            | 13,3             | 5,5              | 14,9             | 33,7  | 15,3                | 27,1             | 11,2            | 30,4             | 68,3  | 31,7 |
|                                     | B <sub>2</sub> 70-80                   | 7,33                | 2,47                    | 1,38                  | 44            | 13,9             | 5,7              | 14,9             | 34,3  | 9,7                 | 31,6             | 13,0            | 34,0             | 78,6  | 21,4 |
|                                     | BC 90-100                              | 7,20                | 2,47                    | 1,40                  | 43            | 14,2             | 5,9              | 11,9             | 32,0  | 11,0                | 33,0             | 13,7            | 27,7             | 74,4  | 25,6 |
|                                     | C 120-130                              | 7,46                | 2,48                    | 1,58                  | 36            | 15,5             | 6,3              | 10,7             | 32,5  | 3,5                 | 43,1             | 17,5            | 30,0             | 90,6  | 9,4  |
|                                     | C 170-180                              | 7,33                | 2,46                    | 1,50                  | 38            | 14,1             | 5,8              | 12,0             | 31,9  | 6,1                 | 37,1             | 15,2            | 31,5             | 83,8  | 16,4 |

\* При вычислении объема пор, занимаемых рыхлосвязанной водой, нами, в отличие от Н. А. Качинского, предложенного ряд уравнений для нахождения дифференциальной сквозности, принят коэффициент 0,34.

сказанное только что. В пахотном горизонте чернозема сортоучастка общая скважность равняется 57%, колхоза — 50%. Уменьшение скважности с глубиной в первой почве происходит более постепенно, чем во второй, что связано, как уже отмечалось, с различием развития на них сельскохозяйственных растений. Объем пор, занимаемых прочно- и рыхлосвязанной водой, а соответственно и их доля в общей скважности в почве сортоучастка несколько меньше, чем в почве колхоза. Количество пор, занимаемых капиллярной водой, в пахотном слое больше для почвы сортоучастка, однако глубже на первое место по объему названных пор выходит почва колхоза. Количество пор, занятых воздухом, по всему профилю больше в первой почве, что связано с ее более рыхлым сложением.

В таблице 7 сведены некоторые водные свойства черноземов.

Ознакомление с таблицей показывает, что как полная влагоемкость, так и оба ее слагаемых — капиллярная и некапиллярная — значительно выше в пахотном горизонте более окультуренного чернозема. В связи с более рыхлым сложением этой почвы некапиллярная влагоемкость в ней выше (12,3%), чем в почве колхоза (4,5%), а доля капиллярной влагоемкости в общей меньше не только в пахотном слое, но и в пределах верхнего метра. Такое соотношение влагоемкостей, а также и большее количество пор, занятых воздухом при капиллярном насыщении почвы водой (табл. 6), в более окультуренной почве сортоучастка обуславливает ее большую водопроницаемость, а следовательно, и более

Таблица 7

Водные свойства выщелоченных черноземов

| Название<br>ГСУ,<br>колхоза,<br>разрез | Горизонт,<br>мощность,<br>см | Влагоемкость, % |                  |                              | Максимальная<br>гигроскопичность<br>% | Влажность<br>уст. завя-<br>дания<br>растений<br>%* | Диапа-<br>зон ак-<br>тивной<br>влаги % |
|----------------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------|------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------|
|                                        |                              | полная          | капил-<br>лярная | капил-<br>лярн. от<br>полной |                                       |                                                    |                                        |
| Заянский, 85                           | A <sub>п</sub> 0—26          | 58,6            | 46,3             | 79                           | 15,7                                  | 21,0                                               | 25,3                                   |
|                                        | A <sub>1</sub> 26—37         | 43,5            | 38,8             | 89                           | 15,9                                  | 21,2                                               | 17,6                                   |
|                                        | AB 36—51                     | 46,9            | 36,0             | 77                           | 16,4                                  | 22,3                                               | 13,7                                   |
|                                        | B <sub>1</sub> 51—65         | 41,6            | 30,9             | 74                           | 16,1                                  | 21,5                                               | 9,4                                    |
|                                        | B <sub>2</sub> 65—93         | 35,8            | 28,8             | 80                           | 15,2                                  | 20,3                                               | 8,5                                    |
|                                        | BC 93—111                    | 35,6            | 31,6             | 87                           | 15,3                                  | 20,4                                               | 11,2                                   |
|                                        | C <sub>1</sub> 111—180       | 28,4            | 26,5             | 94                           | 14,9                                  | 20,0                                               | 6,5                                    |
|                                        | C <sub>2</sub> 180—200       | 26,1            | 24,8             | 95                           | 14,0                                  | 18,7                                               | 6,1                                    |
| Искра, 85а                             | A <sub>п</sub> 0—20          | 43,8            | 39,3             | 86                           | 15,5                                  | 20,7                                               | 18,6                                   |
|                                        | A <sub>1</sub> 20—30         | 46,8            | 40,7             | 87                           | 14,8                                  | 19,9                                               | 20,8                                   |
|                                        | AB 30—50                     | 46,4            | 37,5             | 81                           | 15,9                                  | 21,2                                               | 16,3                                   |
|                                        | B <sub>1</sub> 50—66         | 41,0            | 33,6             | 82                           | 16,1                                  | 21,5                                               | 12,1                                   |
|                                        | B <sub>2</sub> 66—85         | 35,9            | 31,0             | 86                           | 15,1                                  | 20,1                                               | 10,9                                   |
|                                        | BC 85—103                    | 33,8            | 28,9             | 85                           | 15,2                                  | 20,3                                               | 8,6                                    |
|                                        | C <sub>1</sub> 103—160       | 29,4            | 26,5             | 90                           | 14,7                                  | 19,7                                               | 6,8                                    |
|                                        | C <sub>2</sub> 160—180       | 28,9            | 26,9             | 93                           | 14,1                                  | 18,8                                               | 8,1                                    |

\* Влажность устойчивого завядания растений получена умножением максимальной гигроскопичности на коэффициент 1,34.

полное усвоение ею выпадающих осадков, что оказывает благоприятное влияние на развитие растений.

Одному из авторов этой статьи уже приходилось указывать ранее, что выщелоченные черноземы Татарии, особенно приуроченные к Юго-Западному Предволжью, Восточному и Юго-Восточному Закамью, в связи с тяжелым механическим составом и высокой гумусностью, удерживают большое количество влаги в практически недоступном для растений состоянии. Данные таблицы 7 подтверждают это положение. Максимальная гигроскопичность взятых для исследования черноземов колеблется в пределах профиля около 16%, что обуславливает высокие величины влажности завядания растений в этих почвах. Из таблицы видно, что при полевой влажности в 20% растения уже страдают от недостатка воды и, очевидно, это обстоятельство является одной из важных причин недобора зерна в закамских районах республики. Несмотря на высокую максимальную гигроскопичность и влажность завядания, более окультуренная разность чернозема обладает в пахотном слое хорошим диапазоном активной влаги, обеспечивающим потребность растений в воде. С глубиной диапазон активной влаги в той и другой почве быстро убывает и становится неудовлетворительным в конце гумусового слоя. Таким образом, выщелоченные высокогумусные черноземы тяжелого механического состава в иллювиальных горизонтах, подобно дерново-подзолистым и серым лесным почвам, удерживают влагу в прочно связанном состоянии. Окультуривание черноземов, изменяя соотношение между формами влагоемкости, улучшая их водопроницаемость, создает более благоприятные условия для влагообеспеченности растений.

В таблице 8 приводятся суммарные запасы различных форм почвенной влаги в миллиметрах водного столба. Легко заметить, что при близкой общей водоудерживающей способности этих почв для верхних одного (444 и 417 мм) и полутора (644 и 625 мм) метров, по соотношению форм почвенной влаги между ними наблюдаются различия.

Таблица 8

Суммарный запас различных форм почвенной влаги в выщелоченных черноземах

| Название ГСУ,<br>колхоза, разрез № | Мощность<br>слоя, см | Запас влаги, мм |             |                  |                    |
|------------------------------------|----------------------|-----------------|-------------|------------------|--------------------|
|                                    |                      | общий           | недоступный | малопродуктивный | высокопродуктивный |
| Зайский, 85 . . . . .              | 0—50                 | 239,9           | 84,1        | 28,6             | 127,2              |
|                                    | 0—100                | 417,0           | 175,4       | 59,7             | 181,9              |
|                                    | 0—150                | 625,4           | 288,6       | 98,9             | 237,9              |
| Искра, 85а . . . . .               | 0—50                 | 237,2           | 90,7        | 30,8             | 115,7              |
|                                    | 0—100                | 444,3           | 194,5       | 66,0             | 183,8              |
|                                    | 0—150                | 644,5           | 310,0       | 105,1            | 229,4              |

Почва сортоучастка характеризуется несколько меньшим запасом недоступной для растений и малопродуктивной для их роста влаги. В связи с этим запас высокопродуктивной воды в ней больше. Так, в верхнем 50-сантиметровом слое эта почва может удержать 127,2 мм легко доступной для растений воды, в то время как почва колхоза 115,7 мм. В более глубоких горизонтах это различие сглаживается.

Таким образом, сравнительное изучение водно-физических свойств выщелоченных черноземов различной степени окультуренности подтвердило выводы, сделанные при сопоставлении их агрохимических показателей как нами, так и другими исследователями. При более высокой культуре земледелия улучшаются не только агрохимические показатели выщелоченных черноземов, но одновременно улучшаются их водно-фи-

зические свойства. Улучшение всего комплекса свойств почвы как среды произрастания сельскохозяйственных растений неизбежно сопровождается повышением их урожайности и ее относительной устойчивостью во времени. Последнее можно проиллюстрировать данными таблицы 9.

Таблица 9

Средний урожай всех зерновых и зернобобовых культур на сортоучастке (со всей площади посева) и в колхозе, при котором работает сортоучасток, в ц/га  
(данные комиссии по сортоиспытанию)

| Название сортоучастка<br>и колхоза | Годы урожая |      |      |      |      |
|------------------------------------|-------------|------|------|------|------|
|                                    | 1958        | 1959 | 1960 | 1961 | 1962 |
| Зайский ГСУ                        | 15,5        | 19,6 | 17,8 | 28,5 | 22,1 |
| Колхоз „Искра“                     | 8,9         | 10,6 | 10,2 | 8,5  | 8,9  |
| Чистопольский                      | 15,5        | 19,6 | 17,8 | 20,2 | 19,2 |
| Колхоз „Заветы Ильича“             | 12,8        | 13,3 | 9,1  | 10,8 | 11,3 |

В заключение следует заметить, что при окультуривании черноземов, наряду с применением минеральных удобрений, необходимо вносить органические удобрения (навоз, торф, торфо-навозные компосты). Недостаточное применение органических удобрений на черноземах, при внесении минеральных удобрений и частых рыхлениях, приводит к их распылению, которое способствует образованию в пахотном слое крупных комков и мелких глыбок. Наличие последних может создать благоприятные условия для выдувания влаги из этих почв. Внесение же органических удобрений предохранит почву от распыления.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Винокуров М. А. Влияние сельскохозяйственной деятельности человека на хитино-морф. черты чернозема лесостепной полосы Зап. Сибири. Омск, 1927.
- Винокуров М. А., Даутов Р. К., Колоскова А. В. Влияние лесных полос на почву. Татиздат, 1959.
- Винокуров М. А., Корнилова А. М. Правильный севооборот и высокая агротехника — важное средство для получения высоких и устойчивых урожаев. Тезисы докл. I межвуз. конф. «Университеты — сельскому хоз-ву». Изд. МГУ, 1961.
- Винокуров М. А., Корнилова А. М. Трансформация почв Татарии под влиянием окультуривания. Тезисы докл. II межвуз. конф. «Университеты — сельскому х-ву». Изд. ЛГУ, 1963.
- Винокуров М. А., Корнилова А. М. Изменение почв Тат. АССР под влиянием окультуривания. В сб. «Окультуривание и рациональное использование почв и удобрений». Казань, 1964.
- Гринченко А. М., Чесняк Г. Я., Чесняк О. А. О развитии культурного почвообразовательного процесса на черноземах лесостепи Украины. В сб. «Изменение почв при окультуривании, их классификация и диагностика». М., 1965.
- Колоскова А. В. Агрофизическая характеристика выщелоченных черноземов Татарии. Почвоведение, № 8, 1961.
- Константинова М. М., Панкова Н. А., Бельчикова Н. Б. Изменение в содержании и составе органического вещества при окультуривании почв. Почвоведение, № 1, 1949.
- Лазарев А. А. О влиянии с/х культуры на свойства черноземов лесостепной полосы. АН СССР, 1936.
- Мищенко Л. Н. Влияние культурных воздействий на плодородие почв Зап. Сибири. Канд. диссертация. Омск, 1965.
- Орловский Н. В., Рудой Н. Г. Изменение черноземов Сред. Сибири при окультуривании. В сб. «Изменение почв при окультуривании, их классификация и диагностика». М., 1965.
- Тюрин И. В. Из результатов работ по изучению состава гумуса в почвах СССР. Проблемы сов. почвоведения, сб. 11, 1940.
- Чесняк О. А. Изменение плодородия мощного чернозема лесостепи УССР под влиянием с/х культуры. Автореферат канд. диссерт. Харьков, 1965.

*М. А. Винокуров, А. В. Колоскова, В. Н. Смирнов*

## **АГРОПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЧВ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

При Координационном совете обширного региона, объединяющего почвоведов и агрохимиков Южного Урала и Среднего Поволжья, создан ряд постоянных комиссий, в том числе комиссия «генезиса, эволюции и классификации почв».

На III Межобластной конференции почвоведов и агрохимиков региона, состоявшейся в 1962 г. в Куйбышевском сельскохозяйственном институте, названной комиссии было поручено составление классификации почв Среднего Поволжья и Южного Урала.

На основании ознакомления с имеющимися на местах материалами и их обобщения комиссия составила проспект региональной классификации почв в форме систематического списка с указанием соподчинения почв по их свойствам и степени выраженности процессов. Региональная классификация почв опубликована в сборнике «Вопросы генезиса и крупномасштабного картирования почв», изданном Казанским университетом в 1965 году.

Наряду с этим, комиссии было предложено подготовить агропроизводственную классификацию почв региона. Комиссия составила схему агропроизводственной классификации почв лишь для части областей и республик, входящих в состав региона, а именно — для Среднего Поволжья. Составленный проект предварительно был обсужден на расширенном заседании Координационного совета в г. Казани в начале 1966 года. При его обсуждении были сделаны некоторые замечания. В частности, было отмечено, что часть из распространенных в регионе почв, например, песчаные подзолистые, коричневые и пойменные почвы в нем пропущены.

Комиссия учла сделанные замечания, соответствующим образом схему доработала и вынесла на обсуждение IV Межобластной конференции региона, состоявшейся в г. Казани в 1967 году, указав, что в связи со сложностью почвенного покрова и физико-географических условий Среднего Поволжья, предлагаемая схема не претендует на полноту и законченность. Она является как бы отчетом комиссии о проделанной работе.

Среднее Поволжье охватывает территории Марийской, Татарской и Чувашской автономных республик, Горьковской, Куйбышевской и Ульяновской областей. Почвенный покров Среднего Поволжья представлен дерново-подзолистыми, серыми лесными, дерново-карбонатными и пойменными почвами различного механического состава, различной оподзо-

ленности и выщелоченности, мощности и гумусированности, черноземами оподзоленными, выщелоченными, типичными, обыкновенными, карбонатными и южными разной мощности, гумусности и механического состава, а также частично каштановыми почвами различного механического состава, солонцеватости и карбонатности.

Названный регион имеет большое сельскохозяйственное значение, так как Поволжье издавна является поставщиком товарного зерна. Однако урожай основных сельскохозяйственных культур, возделываемых в нем, неустойчивы и не достаточно высоки. Одной из причин указанного является недооценка со стороны работников сельского хозяйства необходимости строгого учета особенностей и свойств почвенного покрова при организации сельскохозяйственного производства.

Вместе с тем, в настоящее время общепризнано, что почва — основное средство сельскохозяйственного производства, а почвенная карта — паспорт земли. Только всесторонний учет свойств почв и их рациональное использование в хозяйстве могут обеспечить получение высоких и устойчивых урожаев.

Производственные свойства почв в значительной степени определяются их генезисом, особенностями почвообразующих пород и климата, условиями залегания по рельефу.

В земледельческой практике дифференциация агротехнических мероприятий базируется в основном на трех наиболее важных агрономических свойствах самих почв: мощности перегнойно-аккумулятивного горизонта, содержании гумуса и механическом составе. В связи с этим приобретает практическое значение стремление классифицировать почвы по их агрономическим или агропроизводственным свойствам.

Авторы настоящего сообщения произвели первую попытку в этом отношении применительно к почвам одного из важных сельскохозяйственных регионов страны — Среднего Поволжья. В основу классификации положено естественное плодородие почв, обусловленное их генетическими особенностями, выражающееся, в первую очередь, в содержании в почвах гумуса.

Почвы региона по естественному плодородию разделены на следующие группы:

- 1) очень низкого естественного плодородия,
- 2) низкого естественного плодородия,
- 3) малого естественного плодородия,
- 4) удовлетворительного естественного плодородия,
- 5) хорошего естественного плодородия,
- 6) высокого естественного плодородия.

К I группе отнесены почвы дерново-подзолистые песчаные на рыхлых часто флювиогляциальных и древнеаллювиальных слоистых отложениях и слаборазвитые слоистые почвы прирусловой поймы.

Ко II группе отнесены дерново-средне- и сильноподзолистые глинистые и суглинистые почвы.

В III группу вошли дерново-слабоподзолистые, светло-серые лесные и светло-коричневые (коричнево-светло-серые) почвы.

К IV группе отнесены собственно серые лесные и коричневые (коричнево-серые) почвы, а также дерново-луговые почвы слоистой поймы.

В V группу вошли темно-серые лесные и темно-коричневые почвы, оподзоленные маломощные, типичные и обыкновенные маломощные на плотных породах, карбонатные и южные черноземы, а также каштановые почвы.

К VI группе отнесены черноземы оподзоленные среднемощные среднегумусные и тучные, черноземы выщелоченные среднемощные и мощные среднегумусные и тучные, черноземы типичные и обыкновенные

среднемощные и мощные на рыхлых породах, а также дерново-луговые почвы зернистой поймы.

Для всех перечисленных почв охарактеризованы основные агрохимические и агрофизические свойства, приведены данные о запасах гумуса и азота в слое мощностью 0—20 см и рекомендованы основные мероприятия по повышению плодородия.

Характеристика агрохимических и агрофизических свойств почв и перечень мероприятий по повышению их плодородия представлены в приводимой ниже схеме агропроизводственной классификации почв Среднего Поволжья.

#### ЛИТЕРАТУРА

Агропроизводственная характеристика почв ТАССР и их рациональное использование. Татиздат, Казань, 1965.

Винокуров М. А., Смирнов В. Н., Колоскова А. В. Классификация почв Среднего Поволжья и Южного Урала. В сб. «Вопросы генезиса и крупномасштабного картирования почв», Казань, 1965.

Коллектив авторов. Почвы Татарии. Казань, 1962.

Носин В. А., Ситникова Б. А. и др. Почвы Куйбышевской области. Куйбышевское обл. изд-во, 1949.

Смирнов В. Н. Почвы Марийской АССР. Йошкар-Ола, 1953.

Схема агропроизводственной классификации почв Среднего Поволжья

| Группа почв по плодородию                       | Типы                        | Подтипы                                                                                                  | Виды и разновидности                                                         | Основные агрохимические показатели                                                                                                                                                          | Агрофизические свойства                                                                                                                   | Мероприятия по повышению плодородия                                                                                                                                                                                     | Запасы в слое 0—20 см т/га |       |
|-------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------|
|                                                 |                             |                                                                                                          |                                                                              |                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                         | гумуса                     | азота |
| 1                                               | 2                           | 3                                                                                                        | 4                                                                            | 5                                                                                                                                                                                           | 6                                                                                                                                         | 7                                                                                                                                                                                                                       | 8                          | 9     |
| I. Почвы очень низкого естественного плодородия | 1) Подзолистый              | Дерново-подзолистые песчаные на рыхлых, часто флювиогляциальных и древнеаллювиальных слоистых отложениях | Разделяются по степени подзолистости на слабо-, средне- и сильно-подзолистые | Характеризуются малой мощностью гумусового слоя и светлой его окраской. Гумуса содержится 1—2%, сумма поглощенных оснований 5—10 м/экв, реакция кислая, подвижной $P_2O_5$ обеспечены слабо | Бесструктурные, хорошо водо- и воздухопроницаемы, влагоемкость низкая, влажностью слабой, насыщеннее теплые, раньше поспевают к обработке | Нуждаются в частом внесении органических и минеральных удобрений невысокими дозами, в известковании (лучше доломитовой мукой), мергелевании, сидерации, микроудобрениях. При неправильной обработке подвержены дефляции | 35—40                      | 1,5—2 |
|                                                 | 2) Дерноволуговые пойменные | Слаборазвитые слоистые приустьевой поймы на рыхлых аллювиальных породах                                  | Нет данных                                                                   | Перегнойный горизонт почти отсутствует или слабо выражен. Содержание гумуса меньше 1%, сумма поглощенных оснований мала, реакция различна — от кислой до щелочной                           | Бесструктурные, способны к перевариванию, слабо задернованы, хорошо водо- и воздухопроницаемы, водный режим неустойчивый                  | Закрепление древесно-кустарниковой и травянистой растительностью                                                                                                                                                        | Нет данных                 |       |

| 1                                                                                                          | 2                                                | 3                                                        | 4                                                                                                   | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 8      | 9       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------|
| II. Почвы<br>низкого ес-<br>тественного<br>и удовлетво-<br>рительного<br>эффектив-<br>ного плодо-<br>родия | 1) Под-<br>золистый<br>листый                    | Дерново-подзо-<br>листый                                 | Дерново-сильно-<br>и среднеподзоли-<br>стые глинистые и<br>суглинистые на<br>рыхлых породах         | Характеризуются<br>малой мощностью<br>гумусового слоя,<br>светло-серой с бе-<br>лесоватостью ок-<br>раской. Содержат<br>1,5—3% гумуса,<br>бедны питательны-<br>ми веществами и<br>поглощенными ос-<br>нованиями, харак-<br>теризуются кислой<br>реакцией                                                                                                                      | Пахотный слой<br>бесструктурный,<br>склонны к заплы-<br>ванию, оседанию и<br>коркообразованию,<br>плохо водо- и воз-<br>духопроницаемы,<br>особенно, начиная<br>с подзолистого го-<br>ризонта. Резко пре-<br>обладает капил-<br>лярная скважность,<br>объемный вес 1,2—<br>1,3                        | Нуждаются в из-<br>вестковании, вне-<br>сении органичес-<br>ких, минеральных<br>и микроудобрений,<br>создании мощного<br>культурного пахот-<br>ного слоя, проведе-<br>нии противозроз-<br>онных мероприятий<br>на эродированных<br>площах и кле-<br>вении                                                         | 50—70  | 2,5—3,5 |
| III. Почвы<br>малого ес-<br>тественного<br>и удовлетво-<br>рительного<br>эффектив-<br>ного плодо-<br>родия | 1) Под-<br>золистый<br>2) Се-<br>рые лес-<br>ные | 1) Дерново-под-<br>золистый<br>2) Светло-серые<br>лесные | Дерново-слабо-<br>подзолистые и свет-<br>ло-серые лесные<br>различные по меха-<br>ническому составу | Характеризуются<br>серой или светло-<br>серой окраской гу-<br>мусового слоя,<br>мощность которого<br>составляет 20—25<br>см, отсутствием<br>сплошного подзо-<br>листого слоя. Со-<br>держание гумуса<br>2—4%. Поглощен-<br>ных оснований и<br>питательных ве-<br>ществ содержит не-<br>сколько больше,<br>чем предыдущая<br>группа, реакция<br>слабокислая до<br>среднекислой | Пахотный слой<br>бесструктурный,<br>склонны к заплы-<br>ванию, оседанию и<br>коркообразованию,<br>но в меньшей сте-<br>пени, чем почвы<br>предыдущей груп-<br>пы. Водно-воздуш-<br>ные свойства не-<br>благоприятны. Рез-<br>ко преобладает ка-<br>пиллярная скваж-<br>ность. Объемный<br>вес 1,2—1,4 | Нуждаются во<br>внесении органи-<br>ческих и минераль-<br>ных, а также мик-<br>ро-удобрений и из-<br>весткования, но в<br>меньших дозах,<br>чем предыдущая<br>группа. На них не-<br>обходимо созда-<br>вать мощный куль-<br>турный пахотный<br>слой, проводить<br>противозрозонные<br>мероприятия и кле-<br>вение | 70—100 | 4,0—5,5 |

| 1                                                                                            | 2                                                                  | 3                                                       | 4                                                                | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 8       | 9       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|
| IV. Почвы<br>удельного<br>естествен-<br>ного и хо-<br>рошего эф-<br>фективного<br>плодородия | 3) Дер-<br>ново-кар-<br>бонатный<br>на рых-<br>лых от-<br>ложениях | 3) Дерново-кар-<br>бонатный на перм-<br>ских отложениях | Светло-коричне-<br>вые, делятся по<br>механическому со-<br>ставу | Мощность гуму-<br>сового слоя около<br>20 см. Окраска<br>светло-коричневая<br>с буроватым от-<br>тенком. Гумуса 3—<br>4%, сумма погло-<br>щенных оснований<br>около 20 м/экв.<br>Реакция слабоще-<br>лочная. Иногда заме-<br>тна оподзоленность.<br>Подвижной $P_2O_5$<br>5—10 мг | Структура не-<br>прочно-комковатая.<br>Склонны к заплы-<br>ванию и образова-<br>нию корки. Водно-<br>воздушные свойст-<br>ва неблагоприятны.<br>Довольно плотны.<br>Объемный вес па-<br>хотного слоя 1,2—<br>1,4. Скважность<br>около 50%. Влаж-<br>ность завядания<br>растений 14—16%.                            | Необходимо вне-<br>сение повышенных<br>доз органических и<br>минеральных удоб-<br>рений, под некото-<br>рые культуры —<br>выборочное извест-<br>кование, соблюде-<br>ние противозеро-<br>зных мер.<br>Пряный, снегоза-<br>держание, куль-<br>тура бобовых, соз-<br>дание мощного<br>пахотного слоя | 80—100  | 4—5     |
|                                                                                              | 1) Серые<br>лесные                                                 | 1) Серые лесные<br>(собственно серые)                   | Делятся по меха-<br>ническому составу                            | Мощность гуму-<br>сового слоя около<br>25 см. Окраска се-<br>рая. Содержание<br>гумуса 3,5—5%.<br>Сумма поглощен-<br>ных оснований 22—<br>27 м/экв, подвиж-<br>ной $P_2O_5$ 5—12 мг,<br>обменного калия<br>8—15 мг, реакция<br>слабокислая                                        | Структура ком-<br>коватая, непроч-<br>ная, склонность к<br>заплыванию, осе-<br>данию и коркооб-<br>разованию меньше,<br>чем у предыдущей<br>группы. Водно-воз-<br>душные свойства<br>более благоприят-<br>ны. Объемный вес<br>1,2—1,3. Скваж-<br>ность 50—55%.<br>Влажность завяда-<br>ния растений око-<br>ло 14% | Внесение органи-<br>ческих, минераль-<br>ных и микроудоб-<br>рений оказывает<br>положительное<br>влияние, положи-<br>тельное действие<br>оказывает извест-<br>кование и создание<br>мощного пахотного<br>слоя, необходимо<br>проведение проти-<br>возерозных ме-<br>роприятий, посевов<br>бобовых  | 100—150 | 5, 5—10 |

| 1                                          | 2                                          | 3                                                            | 4                                             | 5                                                                                                                                                                                                    | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 7                                                                                                                                                                                                                                                     | 8          | 9     |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|
| 2) Дерново-каштановый на рыхлых отложениях | 2) Дерново-каштановый на рыхлых отложениях | 2) Дерново-каштановый на рыхлых отложениях                   | Коричневые, делаются по механическому составу | Мощность гумусового слоя 20—25 см. Окраска коричнево-серая. Содержание гумуса 4—5%. Сумма поглощенных оснований 20—30 м/экв. Реакция от слабощелочной до нейтральной. Подвижной $P_2O_5$ около 10 мг | Структура комковато-пористая, укрупняющаяся книзу до зернистой. Водонепроницаемость в большинстве случаев отсутствует. Необходимо внести повышенные дозы органических и минеральных удобрений. В известковании в большинстве случаев не нуждаются. Необходимо применять комплекс противоэрозионных мероприятий, создавать культурный пахотный слой, проводить посев бобовых. | Необходимо внести повышенные дозы органических и минеральных удобрений. В известковании в большинстве случаев не нуждаются. Необходимо применять комплекс противоэрозионных мероприятий, создавать культурный пахотный слой, проводить посев бобовых. | 90—150     | 5—10  |
| 3) Дерново-луговые пойменные               | 3) Дерново-луговые пойменные               | 3) Дерново-луговые слоистой поймы на рыхлых слюдяных породах | Нет данных                                    | Характерна слоистость, гумуса 2—4%, поглощенных оснований около 20—30 м/экв, реакция от кислой до щелочной, подвижной $P_2O_5$ около 3—5 мг                                                          | Задернована, сверху уплотнена, слоистость обусловлена неоднородностью физических свойств профиля, в нижних горизонтах часто оглеение                                                                                                                                                                                                                                         | Объектно используются под сенокосы, пашутся в мероприятиях по улучшению лугопастбищных и сенокосных угодий                                                                                                                                            | нет данных |       |
| 1) Серые лесные                            | 1) Серые лесные                            | 1) Темно-серые                                               | Делятся по механическому составу              | Мощность гумусового слоя около 35 см. Окраска темно-серая. Содержание гумуса 5—7%, поглощенных оснований 28—40 м/экв, подвижной $P_2O_5$ 14—19 мг                                                    | Структура в пахотном слое комковато-пористая, в подпахотном — зернистая. Водонепроницаемость воздушные свойства более благоприятны, чем у ранее рассмотренных                                                                                                                                                                                                                | Внесение органических, минеральных и микроудобрений по отзывам не отзывается на развитии растений. В отдельных случаях известкование небольшими дозами                                                                                                | 150—200    | 10—15 |

V. Почвы  
хорошего  
естествен-  
ного и эф-  
фективного  
плодородия

| 1 | 2                                           | 3                                             | 4                                                            | 5                                                                                                                                                                                                    | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 7                                                                         | 8       | 9     |
|---|---------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|---------|-------|
|   | 2) Дерново-карбонатный на рыхлых отложениях | 2) Дерново-карбонатный на пермских отложениях | Темно-коричневые                                             | Мощность гумусового слоя 25—30 см, окраска темно-коричневая. Содержит гумус 5—7%. Сумма поглощенных оснований 40—50 м/эка, подвижной $P_2O_5$ 10—15 мг. Реакция близка к нейтральной                 | групп. Объемный вес 1,1—1,25. Скважность 55—57%. Влажность завядания около 18%                                                                                                                                                                                                                      | ми, посев бобовых, противозернозные мероприятия, удобрение пахотного слоя | 150—200 | 10—12 |
|   | 3) Черноземный                              | 3) Оподзоленные черноземы                     | Маломощные среднегумусные, делаются по механическому составу | Мощность гумусового слоя 30—40 см. Окраска серовато-черная. Гумус содержит 6,5—8,5%, поглощенных оснований 37—45 м/эка, подвижной $P_2O_5$ 11—16 мг, реакция слабощелочная, обменного калля 15—20 мг | Структура комковато-зернистая хорошо выражена, укрупняется книзу. Водно-воздушные свойства хорошие. Водопроницаемость высокая. Вследствие залегания на ясно выраженных склонах обеспеченность растений влагой недостаточная. Объемный вес 1,1—1,2. Скважность 55—60%, влажность завядания около 20% | Мероприятия по повышению плодородия те же, что для темно-серых почв       | 150—250 | 10—15 |

| 1 | 2 | 3                         | 4                                                                                 | 5                                                                                                                                                                                                  | 6                                                                                                                                                                                                                                        | 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 8       | 9        |
|---|---|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------|
|   |   | 4) Типичные черноземы     | Маломощные и среднемощные глинистые и суглинистые на плотных породах (известняки) | Мощность гумусового слоя 35—65 см. Гумуса 9—12%, поглощенных оснований 48—65 м/экв, подвижной $P_2O_5$ — 4,5—7,0 мг, реакция от нейтральной до слабощелочной. Окраска гумусового слоя почти черная | Структура зернистая. В профиле имеется известковая щебенка. В связи с наличием щебенки и приуроченностью этих почв к покатым склонам, они характеризуются сухостью, повышенной аэрируемостью. Объемный вес 1,1—1,3. Скважность около 60% | Мероприятия по повышению плодородия должны быть направлены на накопление и сохранение влаги и борьбу с водной и ветровой эрозией (полезные лесные полосы, рациональная обработка, снегозадержание, посев бобовых в севообороте). Положительный эффект дает применение органических и физиологически кислых минеральных удобрений | 300—350 | около 17 |
|   |   | 5) Обыкновенные черноземы | Маломощные и среднемощные глинистые и суглинистые на плотных породах              | Мощность гумусового слоя 35—65 см. Гумуса 7—9%, поглощенных оснований 40—45 м/экв. Реакция от нейтральной до слабощелочной. Окраска серовато-черная                                                | Структура комковато-зернистая. В профиле также имеется известковая щебенка, наличие которой, наряду с приуроченностью этих почв к выраженным склонам, приводит к быстрому их высыханию                                                   | Мероприятия по повышению плодородия те же                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 250—300 | 15—17    |

| 1                        | 2 | 3 | 4                                                                                               | 5                                                                                                                                                                                                                                                    | 6                                                                                                                                                                                                                                                             | 7                                                                                                                                                                                                                                                 | 8       | 9        |
|--------------------------|---|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------|
| 6) Карбонатные черноземы |   |   | Маломощные и среднеломощные и тучные на рыхлых и плотных породах                                | Мощность гумусного слоя 30—70 см. Содержание гумуса 6—12%, сумма поглощенных оснований 45—60 м/экв. Реакция слабощелочная. Вскипаяют с поверхности, иногда несколько глубже. Окраска сероваточерная                                                  | Структура зернисто-комковатая. В профиле имеется известковая щелевка. Объемный вес 1,1—1,3. Сквашенность 55—65%. Влажность завадания растительной и максимальной гипроскопичность несколько меньше, чем в оподзоленных и выщелоченных черноземах, часто сухие | Необходимо проведение мероприятий по накоплению и сохранению влаги и борьбе с ветровой эрозией, применение органических и физиологически кислых минеральных и микроудобрений                                                                      | 250—300 | около 15 |
| 7) Южные черноземы       |   |   | 1) С линией вскипания в нижней части гор. АВ<br>2) Вскипаяющие с поверхности<br>3) Солонцеватые | Мощность гумусного слоя 30—40 см (маломощные) и более 40 см (среднеломощные). Окраска темно-серая с коричневым оттенком. Гумуса 4—6%, поглощенных оснований 28—40 м/экв. подвижной $P_2O_5$ 2—3 мг, подвижного калия 12—14 мг, реакция слабощелочная | Пахотный горизонт порошисто-комковатый, подпахотный — комковатый. Часто уплотнен. Профиль трещиноват и отличается сухостью. Волные свойства менее благоприятны, чем у оподзоленных черноземов. Объемный вес 1,2—1,4                                           | Наряду с применением удобрений необходимо проведение мероприятий по накоплению и сохранению влаги: посадка защитных лесных полос, глубокая обработка, снегозадержание, орошение. Необходимо проведение мероприятий по борьбе с эрозией (ветровой) | 100—125 | 6,3      |

| 1                                                          | 2              | 3                                | 4                                                                               | 5                                                                                                                                                                            | 6                                                                                                                                                                                                            | 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 8       | 9       |
|------------------------------------------------------------|----------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|
|                                                            | 4) Каштановый  | 8) Темно-каштановые и каштановые | 1) С пониженным всплыванием<br>2) Вскрывающие с поверхности (карбонатные)       | Мощность гумусового слоя от 30 (малоомынные) до 30—50 см (среднеомынные). Окраска серо-коричневая. Гумусовых оснований 4—4,5%, поглощения 35—37 м/эка. Реакция слабощелочная | Пахотный слой порохисто-комковатый, уплотненный, подпахотный — комковатый, трещиноватый, образуют корку. Профиль сухой. Водные свойства хорошие, чем у черноземов. Объемный вес 1,3—1,4.                     | Необходимо применение органических и физиологических кислот минеральных удобрений, а также мероприятий по накоплению и сохранению влаги и борьбе с водной и особенно ветровой эрозией почв                                                                                                                                                                                                 | 100—110 | 5,5—6,5 |
| VI. Почвы высокого естественного и эффективного плодородия | 1) Черноземный | 1) Оподзоленные черноземы        | Среднеомынные среднегумусные и тучные глинистые и суглинистые на рыхлых породах | Мощность гумусового слоя 40—80 см, окраска почти черная, содержание гумуса 8—10%, поглощенных оснований 40—55 м/эка, обменного калия больше 20 мг, реакция слабощелочная     | Структура комковато-зернистая, в пахотном слое частично распылена. Водно-воздушные свойства удовлетворительны. Влажностная высокая. Объемный вес около 1,1—1,2. Влажность 55—60%. Влажность завядания 18—22% | Внесение минеральных удобрений и навоза (исключая тучные разности) дает положительный эффект. Необходимо строгое проведение всех мероприятий по накоплению влаги: посадка лесозащитных лесных полос, глубокая обработка, снегозадержание и регулирование снеготаяния на полях, а также проведение мероприятий по борьбе с водной и ветровой эрозией почв, посев бобовых, развитее орошения | 250—300 | 13—15   |

| 1 | 2 | 3                         | 4                                                                                                               | 5                                                                                                                                                                                                        | 6                                                                                                                                                                                                                                                | 7                                         | 8       | 9        |
|---|---|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------|----------|
|   |   | 2) Вышелоченные черноземы | Среднемошные, среднегумусные и тучные, мощные среднегумусные и тучные глинистые и суглинистые на рыхлых породах | Мощность гумусового горизонта от 40 до 80—100 см. Содержание гумуса 8—12%. Окраска серовато-черная. Поглощенных оснований 45—60 м/экв, обменного калия 25—30 мг, реакция слабнокислая                    | Структура зернистая, водо-воздушные свойства благоприятные, обладают высокой влагоемкостью, но большое количество влаги удерживают в прочном связанном состоянии. Влажность завядания растений 20—22%. Скважность 55—65%, объемный вес 1,1—1,2   | Мероприятия по повышению плодородия те же | 250—350 | 15—17,5  |
|   |   | 3) Типичные черноземы     | Маломошные, среднемошные и мощные глинистые и суглинистые на рыхлых породах                                     | Мощность гумусового горизонта от 40 до 80—100 см. Окраска черная. Содержание гумуса 9—15%. Сумма поглощенных оснований 50—70 м/экв. Обменного калия около 30 мг. Реакция от слабодокислой до нейтральной | Структура зернистая, более водопрочная, чем в других подтипах чернозема. Водо-воздушные свойства благоприятные. Влагоемкость высокая. Водопроницаемость хорошая. Влажность завядания растений 20—22%. Скважность около 60%. Объемный вес 1,0—1,2 | Мероприятия по повышению плодородия те же | 300—350 | около 17 |

| 1 | 2                            | 3                                                                                                 | 4                                                                           | 5                                                                                                                                                                                               | 6                                                                                                                                                                                                                  | 7                                                                                                                                                                    | 8          | 9     |
|---|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|
|   |                              | 4) Обыкновенные черноземы                                                                         | Маломощные, среднечеткие и мощные глинистые и суглинистые на рыхлых породах | Мощность гумусового слоя 40—80 и более см. Окраска серовато-черная. Содержание гумуса 7—9%. Сумма поглощенных оснований 40—45 м/экв. Обменного калия около 25 мг. Реакция близкая к нейтральной | Структура комковато-зернистая, менее прочная. Водно-воздушные свойства удовлетворительные. Влажность и влажность завядания меньше, чем в типичных черноземах. Скважность 55—60%. Объемный вес 1,1—1,2. Более сухие | Мероприятия по повышению плодородия те же, но вопрос о сохранении влаги стоит еще более остро                                                                        | 250—300    | 13—15 |
|   | 2) Дерново-луговые пойменные | 5) Дерново-луговые зернистой поймы на рыхлых аллювиальных отложениях, часто на погребенных почвах | Нет данных                                                                  | Профиль хорошо выражен, гумуса 4—6%, поглощенных оснований — 30—40 м/экв. Реакция близка к нейтральной, может быть слабощелочной. Подвижной $P_2O_5$ около 10—15 мг.                            | Задернованы, структура хорошо выражена — яснозернистая. Водно-воздушные свойства хорошие. В нижних горизонтах много да слабое оглее                                                                                | Мероприятия в зависимости от характера использования. При распахивании строгое соблюдение противоэрозийных мероприятий. На лугах — культурно-технические мероприятия | Нет данных |       |

*М. А. Винокуров, Н. А. Мионов*

## **ВЛИЯНИЕ СМЕНЫ БЕРЕЗНЯКОВ ЕЛОВЫМИ НАСАЖДЕНИЯМИ НА СВОЙСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ**

В литературе мало данных о характере влияния на почвы насаждений, образовавшихся из хвойного подроста и сменивших на вырубках смешанные лиственно-хвойные леса. Между тем эти данные важны для разработки лесоводственных мероприятий по формированию из сохраняемого при рубках леса хвойного подроста высокопродуктивных насаждений.

В настоящей статье излагаются результаты изучения почвопреобразующего влияния смены березняков ельниками путем сравнения физических и химических свойств дерново-подзолистой почвы под смешанными березняками и под восстановившимися из подроста ели после таких же березняков еловыми насаждениями в кв. 57, Раифского участка Волжско-Камского госзаповедника.

Насаждения на пробных площадях размером 50 м × 50 м каждая характеризуют следующие описания.

Пробная площадь № 1. Березняк елово-снытевый (смешанный). Состав: I ярус — 10Б + Лп (75 лет), бонитет 1, сомкнутость 0,5. II ярус — 10Е (30 лет), бонитет 1, сомкнутость 0,3—0,4. Подлесок ниже средней густоты из липы, бересклета, жимолости, клена, рябины. В травяном покрове средней густоты преобладают сныть обыкновенная, пролесник, осока волосистая, хвощ лесной. Зеленые мхи отсутствуют.

Пробная площадь № 2. Ельник липовый (смешанный). Состав: 7Е (65 лет) 3Б + Лп (45 лет), бонитет 1, сомкнутость 0,9. Подрост редкий из ели, березы (10—20 лет). Подлесок редкий (0,2—0,3) из липы, клена, ильма, орешника. В редком травяном покрове встречаются сныть, осока волосистая и корневищная, хвощ луговой, костяника. Зеленые мхи распространены в наиболее сомкнутых биогрупах деревьев.

Пробная площадь № 3. Ельник липовый (чистый). Состав 10Е (65 лет) + Лп (25 лет), бонитет 1, сомкнутость 0,9. Подрост редкий, из ели 5—10 лет. Подлесок редкий (0,2) из липы, клена, орешника, жимолости, рябины. В редком (0,3—0,4) травяном покрове встречаются сныть обыкновенная, осока волосистая и корневищная, хвощ луговой, костяника и др. Моховой покров сплошной, местами куртинный.

По лесоустроительным материалам бывшего Раифского лесничества 1930-х годов установлено, что а) описанные в 1957 и 1963 годах еловые насаждения сформировались из 2-го елового яруса, сохраненного в ре-

зультате опытной постепенной рубки в 1931—1932 годах, б) ранее вырубленные березняки по составу, возрасту и строению были аналогичны березнякам, сохранившимся до начала наших наблюдений (1957 г.). Все насаждения произрастают в однородных лесорастительных условиях. Приведенные факты позволяют считать, что свойства почвы на участках, ныне занятых ельниками, были в основном сходны со свойствами ее под сохранившимися березняками, а следовательно, разница в свойствах этой почвы должна быть обязана главным образом неодинаковому средообразующему воздействию насаждений.

Для изучения свойств почвы на каждой пробной площади делали один разрез и 9 прикопок, которые располагали в середине радиусов проекций крон модельных деревьев. Смешанные с образцы для химических анализов готовили из 12 индивидуальных проб для трех верхних горизонтов, считая подстилку, и из трех проб для нижележащих горизонтов почвы. Отбор образцов был проведен в июле. Подстилку и почву анализировали в воздушно-сухом состоянии одними и теми же методами, названными ниже в соответствующих таблицах. При приготовлении вытяжек из подстилок применяли соотношение между подстилкой и раствором в 4—5 раз шире, чем соотношение почва: раствор.

Морфологическое строение почвы под насаждениями характеризуется следующими сходными и отличительными признаками:

1. Под всеми насаждениями почва дерново-сильноподзолистая супесчаная. Она состоит из следующих горизонтов:  $A_0$  0—3 см,  $A_1$  3—13 см,  $A_1A_2$  13—20 см,  $A_2$  20—50 см,  $A_2B_1$  50—63 см,  $B_1$  63—120 см,  $B_2$  120—172 см,  $B_2C$  172—210 см. Мощность горизонтов в зависимости от насаждений практически не изменяется.

2. Подстилка в березняке имеет меньшую плотность, более высокую степень минерализованности и изрытости позвоночными животными, больше содержит копролитов дождевых червей, чем подстилка чистого ельника. Подстилка ельника с примесью 30% лиственных пород по названным признакам занимает промежуточное положение. Мощность подстилки под всеми насаждениями практически одинакова.

3. Окраска верхнего горизонта  $A_1$  почвы в восходящем ряду под насаждениями березняк, ельник смешанный, ельник чистый становится все более светлой. В таком же направлении уменьшается пронизанность этого горизонта древесными корнями и ходами, заполненными выбросами дождевых червей. Основная масса срезов древесных корней, видимых на стенках почвенных разрезов, сосредоточена в основном в верхнем двадцатисантиметровом слое почвы.

4. Одноименные горизонты, расположенные ниже двадцатисантиметрового слоя в профиле почвы под всеми насаждениями, имеют сходные морфологические признаки.

По данным табл. 1 можно заключить, что все горизонты почвы на одинаковых глубинах под всеми насаждениями однородны по механическому составу. Это свидетельствует, во-первых, о сравнимости выделенных пробных площадей по почвенным условиям, и во-вторых, о том, что еловые насаждения, сменившие двухъярусные березняки, за 25-летний период не оказали существенного влияния на механический состав почвы.

Развитие разных насаждений заметно отразилось на физических свойствах почвы (табл. 2).

Так, плотность верхнего горизонта  $A_1$  почвы оказалась наименьшей под березняком, средней — под смешанным ельником и наибольшей — под чистым ельником. В обратной зависимости изменяется общая скважность горизонта  $A_1$  и нижерасположенного горизонта  $A_1A_2$  почвы под тем же рядом насаждений.

Таблица 1

Механический состав почвы в разных насаждениях  
(по пипеточному методу)

| Насаждения<br>(пробная площадь) | Горизонт         | Глубина<br>взятия<br>образца,<br>см | Фракции, %              |                                      |                               |                               |
|---------------------------------|------------------|-------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|                                 |                  |                                     | песчаная<br>>0,05<br>мм | пылева-<br>тая<br>0,05 —<br>0,001 мм | илова-<br>тая<br><0,001<br>мм | глини-<br>стая<br><0,01<br>мм |
| Березняк смешанный (1)          | A <sub>1</sub>   | 3—13                                | 47,4                    | 46,1                                 | 6,5                           | 16,3                          |
|                                 | A <sub>2</sub>   | 33—43                               | 56,6                    | 41,7                                 | 1,7                           | 7,7                           |
|                                 | B <sub>1</sub>   | 78—88                               | 50,8                    | 33,7                                 | 15,5                          | 20,1                          |
|                                 | B <sub>2</sub> C | 200—210                             | 57,4                    | 27,7                                 | 14,9                          | 19,5                          |
| Ельник смешанный (2)            | A <sub>1</sub>   | 3—13                                | 48,2                    | 45,6                                 | 6,2                           | 15,8                          |
|                                 | A <sub>2</sub>   | 33—43                               | 56,8                    | 41,4                                 | 1,8                           | 7,8                           |
|                                 | B <sub>1</sub>   | 78—88                               | 50,6                    | 34,2                                 | 15,2                          | 20,0                          |
| Ельник чистый (3)               | A <sub>1</sub>   | 3—13                                | 48,2                    | 45,9                                 | 5,9                           | 15,4                          |
|                                 | A <sub>2</sub>   | 33—43                               | 56,4                    | 41,8                                 | 1,8                           | 7,7                           |
|                                 | B <sub>1</sub>   | 78—88                               | 50,7                    | 33,6                                 | 15,7                          | 20,3                          |
|                                 | B <sub>2</sub> C | 200—210                             | 57,0                    | 27,9                                 | 15,1                          | 19,6                          |

Таблица 2

## Физические свойства почвы в разных насаждениях

| Насаждения<br>(пробная<br>площадь) | Горизонт и<br>глубина<br>взятия<br>образца, см | Плот-<br>ность,<br>кг/см <sup>2</sup> | Удель-<br>ный вес<br>твердой<br>фазы,<br>г/см <sup>3</sup> | Объем-<br>ный вес,<br>г/см <sup>3</sup> | Общая<br>скваж-<br>ность<br>в % |
|------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|
| Березняк<br>смешанный (1)          | A <sub>1</sub> 3—13                            | 6,3                                   | 2,58                                                       | 1,19                                    | 53,9                            |
|                                    | A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> 13—23            | —                                     | 2,60                                                       | 1,30                                    | 50,0                            |
| Ельник<br>смешанный (2)            | A <sub>1</sub> 3—13                            | 6,6                                   | 2,60                                                       | 1,23                                    | 52,7                            |
|                                    | A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> 13—23            | —                                     | 2,67                                                       | 1,39                                    | 47,9                            |
| Ельник<br>чистый (3)               | A <sub>1</sub> 3—13                            | 6,9                                   | 2,63                                                       | 1,27                                    | 51,7                            |
|                                    | A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> 13—23            | —                                     | 2,59                                                       | 1,41                                    | 45,6                            |

В табл. 3 помещены данные агрохимических анализов лесной подстилки и почвы в березовом и еловых насаждениях. Цифры позволяют констатировать, что в восходящем ряду лесных подстилок лиственно-хвойная (пробная площадь № 1), хвойно-лиственная (№ 2), хвойная (№ 3), т. е. с увеличением в них елового опада, агрохимические свойства их ухудшаются. Две последние подстилки, особенно в чистом ельнике, в сравнении с первой содержат меньше поглощенных оснований, азота легкогидролизуемых органических веществ, подвижных фосфатов, обменного калия и, наоборот, повышенную кислотность.

Агрохимические свойства почвы находятся в тесной зависимости от свойств подстилки: пониженным качеством подстилки соответствуют ухудшенные агрохимические свойства верхнего гор. A<sub>1</sub> почвы. Те же свойства гор. A<sub>1</sub>A<sub>2</sub> под березняком и смешанным ельником характери-

Агрохимические свойства почвы в разных насаждениях

Таблица 3

| Горизонт и глубина<br>взятия образца, см | Содержание<br>гумуса<br>(по методу<br>Тюринга), % | Сумма об-<br>менных ос-<br>нований |      | Гидролити-<br>ческая кис-<br>лотность<br>(по методу Каппена),<br>м/экв на 100 г | Степень на-<br>сыщенности<br>основания-<br>ми, % | рН<br>солевой<br>вытяжки | Содержание подвижных соединений,<br>мг на 100 г |                                                             |                                             |      | Содержание<br>гумуса, рас-<br>творимого<br>в 0,1 н.<br>NaOH, % от<br>общего<br>гумуса |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------|------|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                                          |                                                   |                                    |      |                                                                                 |                                                  |                          | азот легко-<br>гидролиз.<br>веществ             | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (по<br>методу Кир-<br>санова) | K <sub>2</sub> O<br>(по методу<br>Масловой) |      |                                                                                       |
|                                          |                                                   |                                    |      |                                                                                 |                                                  |                          |                                                 |                                                             |                                             |      |                                                                                       |
|                                          |                                                   |                                    |      |                                                                                 |                                                  |                          |                                                 |                                                             |                                             |      |                                                                                       |
| Березняк смешанный (пробная площадь № 1) |                                                   |                                    |      |                                                                                 |                                                  |                          |                                                 |                                                             |                                             |      |                                                                                       |
| A <sub>0</sub> 0-3                       | —                                                 | 43,0                               | 7,0  | 86,0                                                                            | 6,0                                              | 19,4                     | —                                               | 24,5                                                        | 95,2                                        | —    | —                                                                                     |
| A <sub>1</sub> 3-13                      | 1,95                                              | 8,0                                | 4,6  | 63,4                                                                            | 5,4                                              | 6,4                      | —                                               | 6,3                                                         | 5,5                                         | 31,9 | —                                                                                     |
| A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> 13-23      | 0,68                                              | 4,5                                | 2,8  | 61,6                                                                            | 4,8                                              | —                        | —                                               | 6,3                                                         | 4,1                                         | 44,1 | —                                                                                     |
| A <sub>2</sub> 33-43                     | 0,14                                              | 2,2                                | 2,2  | 50,0                                                                            | 4,8                                              | —                        | —                                               | —                                                           | —                                           | 78,5 | —                                                                                     |
| B <sub>1</sub> 78-88                     | 0,10                                              | 7,8                                | 3,6  | 68,4                                                                            | 4,8                                              | —                        | —                                               | —                                                           | —                                           | —    | —                                                                                     |
| B <sub>2</sub> C 200-210                 | —                                                 | 7,9                                | 2,6  | 75,2                                                                            | 5,1                                              | —                        | —                                               | —                                                           | —                                           | —    | —                                                                                     |
| Ельник смешанный (пробная площадь № 2)   |                                                   |                                    |      |                                                                                 |                                                  |                          |                                                 |                                                             |                                             |      |                                                                                       |
| A <sub>0</sub> 0-3                       | 1,42                                              | 32,2                               | 12,5 | 72,0                                                                            | 5,6                                              | 17,0                     | —                                               | 20,0                                                        | 88,0                                        | —    | —                                                                                     |
| A <sub>1</sub> 3-13                      | 0,70                                              | 7,1                                | 4,9  | 59,1                                                                            | 4,8                                              | 5,5                      | —                                               | 5,0                                                         | 5,2                                         | 43,6 | —                                                                                     |
| A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> 13-23      | 0,15                                              | 3,5                                | 2,6  | 57,3                                                                            | 4,4                                              | —                        | —                                               | 4,5                                                         | 3,7                                         | —    | —                                                                                     |
| A <sub>2</sub> 33-43                     | —                                                 | 1,9                                | 2,0  | 48,6                                                                            | 4,6                                              | —                        | —                                               | —                                                           | —                                           | —    | —                                                                                     |
| B <sub>1</sub> 78-88                     | —                                                 | 8,0                                | 3,7  | 68,3                                                                            | 4,8                                              | —                        | —                                               | —                                                           | —                                           | —    | —                                                                                     |
| Ельник чистый (пробная площадь № 3)      |                                                   |                                    |      |                                                                                 |                                                  |                          |                                                 |                                                             |                                             |      |                                                                                       |
| A <sub>0</sub> 0-3                       | 1,14                                              | 30,6                               | 17,6 | 63,4                                                                            | 5,2                                              | 15,4                     | —                                               | 19,0                                                        | 84,5                                        | —    | —                                                                                     |
| A <sub>1</sub> 3-13                      | 0,57                                              | 4,0                                | 6,4  | 38,4                                                                            | 3,7                                              | 4,5                      | —                                               | 2,5                                                         | 5,0                                         | 52,6 | —                                                                                     |
| A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> 13-23      | 0,13                                              | 3,0                                | 6,3  | 32,2                                                                            | 3,7                                              | —                        | —                                               | 5,0                                                         | 2,4                                         | 60,2 | —                                                                                     |
| A <sub>2</sub> 33-43                     | 0,10                                              | 1,8                                | 2,0  | 47,3                                                                            | 4,0                                              | —                        | —                                               | —                                                           | —                                           | 85,5 | —                                                                                     |
| B <sub>1</sub> 78-88                     | —                                                 | 7,1                                | 3,4  | 67,6                                                                            | 4,9                                              | —                        | —                                               | —                                                           | —                                           | —    | —                                                                                     |
| B <sub>2</sub> C 200-210                 | —                                                 | 8,4                                | 3,2  | 72,4                                                                            | 5,0                                              | —                        | —                                               | —                                                           | —                                           | —    | —                                                                                     |

зуются сходными показателями, а под чистым ельником они несколько хуже, чем под двумя первыми. Все нижерасположенные горизонты на одинаковых глубинах почвы во всех насаждениях не имеют существенных различий в агрохимических свойствах.

В табл. 4 помещены данные учета запасов питательных веществ в лесной подстилке и почве в разных насаждениях. Цифры показывают, что наибольший вес (*т/га*) имеет подстилка чистого ельника, средний вес у подстилки смешанного ельника и наименьший вес у подстилки сме-

Таблица 4

Запасы гумуса и подвижных питательных веществ в гумусовом слое почвы и в подстилках в разных насаждениях

| Насаждения<br>(пробная)<br>площадь | З а п а с |                |        |                                           |       |                               |                  |
|------------------------------------|-----------|----------------|--------|-------------------------------------------|-------|-------------------------------|------------------|
|                                    | в<br>слое | под-<br>стилки | гумуса | основа-<br>ний в<br>пересече-<br>те на Са | азота | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
|                                    |           |                |        |                                           |       |                               |                  |
|                                    |           |                |        |                                           |       |                               |                  |
| т/га                               |           |                |        | кг/га                                     |       |                               |                  |
| Березняк<br>смешанный (1)          | 0—3       | 65,0           | —      | 0,56                                      | 12,6  | 15,9                          | 61,9             |
|                                    | 3—13      | —              | 23,2   | 1,90                                      | 76,2  | 75,0                          | 65,5             |
|                                    | 13—23     | —              | 8,8    | 1,17                                      | —     | 81,9                          | 53,3             |
|                                    | 3—23      | —              | 32,0   | 3,07                                      | —     | 156,9                         | 118,8            |
| Ельник<br>смешанный (2)            | 0—3       | 71,1           | —      | 0,46                                      | 12,1  | 14,2                          | 62,5             |
|                                    | 3—13      | —              | 17,4   | 1,75                                      | 67,6  | 61,5                          | 63,9             |
|                                    | 13—23     | —              | 9,7    | 0,97                                      | —     | 62,6                          | 51,4             |
|                                    | 3—23      | —              | 27,2   | 2,72                                      | —     | 124,1                         | 115,3            |
| Ельник<br>чистый (3)               | 0—3       | 78,7           | —      | 0,48                                      | 12,1  | 14,9                          | 66,5             |
|                                    | 3—13      | —              | 14,4   | 1,02                                      | 57,2  | 31,8                          | 63,5             |
|                                    | 13—23     | —              | 8,0    | 0,85                                      | —     | 70,5                          | 33,8             |
|                                    | 3—23      | —              | 22,5   | 1,87                                      | —     | 102,3                         | 97,3             |

шанного березняка. Несмотря на такую разницу, запасы подвижных питательных веществ N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O в подстилке под всеми насаждениями практически одинаковы. Запас же оснований в подстилке под обоими ельниками несколько ниже, чем в подстилке березняка.

Запасы гумуса и подвижных питательных веществ в верхнем 20-сантиметровом слое почвы изменяются противоположно распределению веса подстилки в насаждениях. Наибольшие запасы названных веществ в почве под березняком, несколько меньше — под смешанным ельником и наименьшие — под чистым ельником.

## ВЫВОДЫ

1. Березняки снытевые со вторым еловым ярусом и восстановившиеся после таких березняков ельники липовые оказывают неодинаковое влияние на свойства дерново-сильнопodzolistой супесчаной почвы. Однако это различие ограничивается главным образом гумусовым слоем корнеобитаемой толщи почвы (с подстилкой).

2. Под березняками физические и агрохимические свойства подстилки и двух верхних горизонтов почвы лучше, чем под ельниками. В почве березняков выше запасы усвояемых питательных веществ.

3. Чистые ельники в сравнении с ельниками смешанными оказывают заметно ухудшающее влияние на физические и агрохимические свойства лесной подстилки и верхних горизонтов почвы. В последних понижается общая скважность и, наоборот, возрастает их плотность; уменьшаются запасы гумуса и подвижных питательных веществ, увеличивается подвижность гумуса.

4. Примесь лиственных пород в количестве около 30% (березы, липы и др.) в ельниках лиловых способствует посредством своего опада разложению подстилки, ускорению биологического круговорота веществ и в конечном счете усиливает аккумуляцию гумуса и усвояемых питательных веществ в верхних горизонтах дерново-подзолистой почвы.

5. Смена березняков снытевых с елью чистыми еловыми насаждениями сопровождается существенным ухудшением свойств дерново-подзолистой почвы, усилением в ней подзолистого процесса. Смена же их смешанными ельниками среднего состава 7Е 3Б Лл ведет в первые три десятилетия практически к небольшому снижению почвенного плодородия. Последнее можно предотвратить посредством применения несложных лесохозяйственных мероприятий в процессе формирования смешанных еловых насаждений из оставляемого подроста ели при рубках березняков.

Таким образом, не может быть однозначного ответа на вопрос о том, в каком направлении изменяется плодородие дерново-подзолистых почв под влиянием смены березняков еловыми насаждениями. Этот вопрос требует дальнейшего изучения.

**М. А. Винокуров, К. Ш. Шакиров**

### **ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СВЕТЛО-СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ ИХ СМЫТОСТИ**

На территории Татарской республики значительную площадь занимают почвы, подверженные смыву. По данным М. Ф. Курочкина и И. В. Утэя [4], площадь их составляет в Предкамье 22,5%, в Предволжье 15,7% и в Закамье 4,1% от общей площади сельскохозяйственных угодий.

Несмотря на столь широкую распространенность эродированных почв в предкамских и предволжских частях республики, физико-химические свойства их остаются мало изученными. Вследствие ежегодного частичного смыва атмосферными осадками плодородного пахотного горизонта к нему припахиваются подпахотные слои; последние перепахиваются с верхним горизонтом и тем самым свойства пахотного слоя изменяются.

Поэтому изучение закономерностей в изменении свойств почв в связи с разработкой агротехнических мероприятий, направленных к повышению плодородия эродированных почв, приобретает особо важное значение.

В излагаемой ниже работе приводятся результаты изучения изменений физико-химических свойств наиболее подверженных смыву и сильно распространенных в предкамских районах республики светло-серых лесных почв в зависимости от степени их эродированности. Эти почвы здесь, по данным М. Ф. Курочкина и И. В. Утэя [4], составляют 29,2% от общей площади сельскохозяйственных угодий. Степень смытости почв определялась по С. С. Соболеву [6]. Почвенные образцы были собраны с 1 по 10 августа 1962 года на территории колхоза «Родина» Мамадышского производственного управления ТАССР. Разрезы заложены на пологом склоне к юго-западу от деревни Нижний Таканыш в направлении увеличения степени смытости почв — от вершины склона до его шлейфа через каждые 100 м. Профиль склона выпуклый, он направлен с северо-запада на юго-восток, крутизна его постепенно возрастает от верхних участков к нижним (4—6°). Материнской породой является охристый пылеватый суглинок четвертичного возраста.

Разрез 1 заложен на ровном месте недалеко от начала склона. Рожь. Состояние среднее. Из сорняков встречаются василек, ромашка непахучая, вьюнок ползучий и др. Почва светло-серая лесная средне-суглинистая, не смытая.

Разрез 2 заложен на верхней части склона. Рожь. Состояние ниже среднего. Из сорняков имеются хвощ полевой, василек, выюнок ползучий, ромашка непахучая и др. Глубже пахотного горизонта сразу начинается иллювиальный горизонт В<sub>1</sub>. Переходный горизонт (А<sub>2</sub>В<sub>1</sub>) распахан. Почва светло-серая лесная среднесуглинистая, слабо смытая.

Разрез 3 заложен на середине склона. Рожь. Состояние плохое. Из сорняков имеются в большом количестве хвощ полевой, выюнок ползучий, василек; встречается также ромашка непахучая и др. Поверхность почвы имеет местами буроватый и коричневатый цвет. Пахотный слой подстилается иллювиальным горизонтом В<sub>1</sub>, верхняя часть которого распахана. Почва светло-серая лесная среднесуглинистая, средне смытая.

Разрез 4 заложен на нижней части склона. Рожь. Состояние плохое. Из сорняков много хвоща полевого; встречаются также выюнок ползучий, василек, осот розовый, ромашка непахучая, мышиный горошек и др. На поверхности пашни имеются мелкие промоины. Поверхность почвы имеет сплошной буровато-коричневый цвет от вовлечения в пахотный слой иллювиального горизонта В<sub>1</sub>. Пахотный слой почвы подстилается иллювиальным горизонтом В<sub>2</sub>. Почва светло-серая лесная среднесуглинистая, сильно смытая.

Разрез 5 заложен на шлейфе склона. Рожь. Состояние хорошее. Из сорняков очень много хвоща полевого; встречаются выюнок ползучий, осот розовый, василек, ромашка непахучая, мышиный горошек и др. Пахотный и подпахотный слои (0—47 см) целиком состоят из коричневатого-светло-серого намывного материала. С глубины 47 см начинается погребенный гумусовый горизонт. Почва светло-серая среднесуглинистая намытая.

В почвах, подвергающихся смыву сильными дождями и весенними талыми водами, постепенно вовлекаются в распахку переходные и иллювиальные горизонты, характеризующиеся высоким содержанием глинистых и иловатых частиц. Поэтому по мере усиления смытости почв происходит утяжеление механического состава пахотного горизонта (см. табл. 1). Если в верхнем горизонте не смытой почвы содержание физической глины равно 33,5%, то в том же горизонте слабо смытой почвы ее имеется 37,3%; в средне и сильно смытых почвах количество ее достигает соответственно 38,1 и 39,5%. Одновременно с увеличением степени смытости в них повышается и содержание иловатых частиц. В верхнем горизонте не смытой почвы количество их равно 12,2%, а в том же горизонте средне и сильно смытых почв оно соответственно составляет 13,7% и 16,5%; в слабо смытой почве в этом горизонте иловатой фракции содержится несколько меньше по сравнению с ее количеством в том же горизонте не затронутой смывом почвы; тонкой же пылью пахотный горизонт слабо смытой почвы богаче того же горизонта не смытой почвы.

В процессе обработки почвы происходит не только перемешивание пахотного слоя с ниже расположенными горизонтами, но одновременно идет и смыв наиболее мелких частиц. Часть смываемых частиц откладывается на шлейфе склона, что видно из данных разреза 5, показывающих более высокое содержание физической глины в намытой почве, более же мелкие частицы уносятся за пределы участка.

Под воздействием процесса эрозии изменяются и физико-химические свойства почв. Как видно из таблицы 2, содержание гумуса в почвах с усилением степени смытости уменьшается. Так, в верхнем горизонте не смытой почвы его количество равно 2,47%, в слабо смытой оно уменьшается до 2,12%, в средне и сильно смытых почвах оно соответственно равно лишь 1,57 и 1,10%. Намытая почва благодаря приносу материала

Таблица 1  
Изменение механического состава светло-серых лесных почв в зависимости от степени их смытости

| Степень смы-<br>тости почв<br>и № разре-<br>зов | Горизонт                      | Мощность<br>в см | Глубина<br>взятия<br>образцов<br>в см | Содержание фракций в %, размер частиц в мм |                 |           |            |             |        |
|-------------------------------------------------|-------------------------------|------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------|-----------|------------|-------------|--------|
|                                                 |                               |                  |                                       | >0,25                                      | 0,25—0,05       | 0,05—0,01 | 0,01—0,005 | 0,005—0,001 | <0,001 |
| Не смытая<br>р. 1                               | A <sub>n</sub>                | 0—22             | 0—22                                  | 3,3                                        | 33,9            | 29,3      | 9,8        | 11,5        | 12,2   |
|                                                 | A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> | 22—35            | 22—32                                 | 3,3                                        | 29,7            | 12,6      | 16,9       | 11,3        | 16,2   |
|                                                 | B <sub>1</sub>                | 35—61            | 40—50                                 | 1,8                                        | 24,1            | 19,3      | 12,2       | 11,2        | 31,4   |
|                                                 | B <sub>2</sub>                | 61—115           | 80—90                                 | 2,6                                        | 19,1            | 21,7      | 11,7       | 11,7        | 33,2   |
|                                                 | C                             | 115—145          | 130—140                               | 4,3                                        | 31,5            | 19,4      | 11,8       | 12,9        | 20,1   |
| Слабо смытая<br>р. 2                            | A <sub>n</sub>                | 0—20             | 0—20                                  | 1,4                                        | 38,0            | 23,3      | 12,5       | 13,8        | 11,0   |
|                                                 | B <sub>1</sub>                | 20—44            | 30—40                                 | 2,3                                        | 30,2            | 15,9      | 19,0       | 10,3        | 22,3   |
|                                                 | B <sub>2</sub>                | 44—113           | 80—90                                 | 3,2                                        | 23,2            | 17,9      | 12,1       | 12,5        | 31,1   |
|                                                 | C                             | 113—150          | 120—130                               | 3,9                                        | 32,2            | 18,6      | 13,5       | 13,5        | 18,3   |
|                                                 | A <sub>n</sub>                | 0—18             | 0—18                                  | 1,4                                        | 37,4            | 23,1      | 12,1       | 12,3        | 13,7   |
| Средне смытая<br>р. 3                           | B <sub>1</sub>                | 18—37            | 25—35                                 | 2,4                                        | 29,4            | 18,4      | 11,9       | 10,6        | 27,3   |
|                                                 | B <sub>2</sub>                | 37—88            | 60—70                                 | 3,7                                        | 17,9            | 25,5      | 12,1       | 16,5        | 24,3   |
|                                                 | C                             | 88—152           | 110—120                               | 3,7                                        | 29,7            | 20,1      | 11,9       | 15,3        | 19,3   |
|                                                 | A <sub>n</sub>                | 0—18             | 0—18                                  | 4,9                                        | 32,7            | 22,9      | 11,2       | 11,8        | 16,5   |
|                                                 | B <sub>2</sub>                | 18—65            | 20—30                                 | не определялось                            |                 |           |            | —           | —      |
| Сильно смытая<br>р. 4                           | C                             | 65—120           | 40—50                                 | 2,6                                        | 20,0            | 24,7      | 9,7        | 14,5        | 28,5   |
|                                                 | A <sub>n</sub> нам.           | 0—22             | 0—22                                  | 4,5                                        | 29,3            | 21,3      | 10,7       | 15,1        | 19,1   |
|                                                 | A <sub>1</sub> нам.           | 22—47            | 22—32                                 | 2,0                                        | 38,2            | 20,6      | 9,0        | 18,3        | 11,9   |
|                                                 | A <sub>1</sub> погр.          | 47—84            | 50—60                                 | —                                          | не определялось |           |            |             | —      |
|                                                 | A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> | 84—100           | 90—100                                | 3,0                                        | 34,2            | 21,2      | 10,1       | 19,5        | 12,0   |
| Намывная р. 5                                   | B <sub>1</sub>                | 100—110          | 100—110                               | 2,4                                        | 13,1            | 25,3      | 10,8       | 20,4        | 28,0   |
|                                                 | B <sub>1</sub>                | 100—110          | 100—110                               | 2,2                                        | 11,9            | 25,6      | 10,9       | 20,4        | 29,0   |
|                                                 |                               |                  |                                       |                                            |                 |           |            |             | 33,5   |
|                                                 |                               |                  |                                       |                                            |                 |           |            |             | 44,4   |
|                                                 |                               |                  |                                       |                                            |                 |           |            |             | 54,8   |
|                                                 |                               |                  |                                       |                                            |                 |           |            |             | 56,6   |
|                                                 |                               |                  |                                       |                                            |                 |           |            |             | 44,8   |
|                                                 |                               |                  |                                       |                                            |                 |           |            |             | 37,3   |
|                                                 |                               |                  |                                       |                                            |                 |           |            |             | 51,6   |
|                                                 |                               |                  |                                       |                                            |                 |           |            |             | 55,7   |
|                                                 |                               |                  |                                       |                                            |                 |           |            |             | 45,3   |
|                                                 |                               |                  |                                       |                                            |                 |           |            |             | 38,1   |
|                                                 |                               |                  |                                       |                                            |                 |           |            |             | 49,8   |
|                                                 |                               |                  |                                       |                                            |                 |           |            |             | 52,9   |
|                                                 |                               |                  |                                       |                                            |                 |           |            |             | 46,5   |
|                                                 |                               |                  |                                       |                                            |                 |           |            |             | 39,5   |
|                                                 |                               |                  |                                       |                                            |                 |           |            |             | —      |
|                                                 |                               |                  |                                       |                                            |                 |           |            |             | 52,7   |
|                                                 |                               |                  |                                       |                                            |                 |           |            |             | 44,9   |
|                                                 |                               |                  |                                       |                                            |                 |           |            |             | 39,2   |
|                                                 |                               |                  |                                       |                                            |                 |           |            |             | —      |
|                                                 |                               |                  |                                       |                                            |                 |           |            |             | 41,6   |
|                                                 |                               |                  |                                       |                                            |                 |           |            |             | 59,2   |
|                                                 |                               |                  |                                       |                                            |                 |           |            |             | 60,3   |

Таблица 2

Изменение физико-химических свойств светло-серых лесных почв  
в зависимости от степени их смытости

| Степень<br>смытости<br>почв и № №<br>разрезов | Горизонт                      | Глубина<br>взятия<br>образцов<br>в см | Гумус<br>в % | Азот<br>валов-<br>ой<br>в % | Сумма*<br>обмен-<br>ных ос-<br>нований<br>в м/экв | Гидро-<br>лит. кис-<br>лотность<br>в м/экв | Степень<br>насыщ.<br>основа-<br>ниями<br>в % | pH<br>солевой<br>вытяжки |
|-----------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|--------------|-----------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------|
| Не<br>смытая р. 1                             | A <sub>n</sub>                | 0—22                                  | 2,47         | 0,12                        | 14,06                                             | 2,18                                       | 86,6                                         | 5,2                      |
|                                               | A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> | 22—32                                 | 0,88         | —                           | 22,02                                             | 2,51                                       | 90,2                                         | 4,6                      |
|                                               | B <sub>1</sub>                | 40—50                                 | 0,78         | —                           | 26,29                                             | 3,05                                       | 89,6                                         | 4,3                      |
|                                               | B <sub>2</sub>                | 80—90                                 | —            | —                           | 32,08                                             | 1,61                                       | 95,2                                         | 5,4                      |
|                                               | C                             | 130—140                               | —            | —                           | 31,10                                             | 0,63                                       | 98,0                                         | 6,8                      |
| Слабо<br>смытая р. 2                          | A <sub>n</sub>                | 0—20                                  | 2,12         | 0,11                        | 16,32                                             | 3,19                                       | 83,7                                         | 4,9                      |
|                                               | B <sub>1</sub>                | 30—40                                 | 0,77         | —                           | 23,16                                             | 3,05                                       | 90,5                                         | 4,4                      |
|                                               | B <sub>2</sub>                | 80—90                                 | —            | —                           | 31,19                                             | 2,69                                       | 92,3                                         | 4,5                      |
|                                               | C                             | 120—130                               | —            | —                           | 30,67                                             | 0,99                                       | 96,9                                         | 6,7                      |
| Средне<br>смытая р. 3                         | A <sub>n</sub>                | 0—18                                  | 1,57         | 0,09                        | 17,08                                             | 3,44                                       | 83,2                                         | 4,8                      |
|                                               | B <sub>1</sub>                | 25—35                                 | 0,78         | —                           | 26,55                                             | 2,15                                       | 92,5                                         | 4,7                      |
|                                               | B <sub>2</sub>                | 60—70                                 | —            | —                           | 30,69                                             | 2,15                                       | 93,5                                         | 4,8                      |
|                                               | C                             | 110—120                               | —            | —                           | 29,87                                             | 0,75                                       | 97,6                                         | 6,5                      |
| Сильно<br>смытая р. 4                         | A <sub>n</sub>                | 0—18                                  | 1,10         | 0,07                        | 19,09                                             | 2,93                                       | 86,7                                         | 4,9                      |
|                                               | B <sub>2</sub>                | 20—30                                 | 0,75         | —                           | 23,87                                             | 2,15                                       | 91,7                                         | 4,7                      |
|                                               | "                             | 40—50                                 | —            | —                           | 35,39                                             | 2,01                                       | 92,7                                         | 4,6                      |
|                                               | C                             | 90—100                                | —            | —                           | 30,08                                             | 0,81                                       | 97,3                                         | 6,7                      |
| Намытая<br>р. 5                               | A <sub>n</sub> нам.           | 0—22                                  | 2,25         | 0,11                        | 17,00                                             | 2,42                                       | 87,5                                         | 5,4                      |
|                                               | A <sub>1</sub> нам.           | 22—32                                 | 2,17         | —                           | 17,81                                             | 2,69                                       | 87,4                                         | 5,3                      |
|                                               | A <sub>1</sub> погр.          | 50—60                                 | 2,04         | 0,10                        | 19,62                                             | 3,77                                       | 83,9                                         | 5,4                      |
|                                               | A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> | 90—100                                | 1,50         | —                           | 23,80                                             | 3,14                                       | 89,9                                         | 4,6                      |
|                                               | B <sub>1</sub>                | 100—110                               | 0,83         | —                           | 24,21                                             | 2,69                                       | 90,0                                         | 4,6                      |

\* Определение производилось по методу Каппена.

с пахотного горизонта почв вышерасположенных участков характеризуется значительным содержанием гумуса (2,25%).

Количество валового азота соответствует содержанию гумуса — с усилением смытости почв уменьшается; в сильно смытой почве его значительно меньше (0,07%), чем в несмытой (0,12%).

Сумма обменных оснований, несмотря на уменьшение с увеличением степени смыта содержания гумуса, увеличивается с 14,06 м/экв в верхнем горизонте не смытый до 19,09 м/экв в сильно смытой почвах; это объясняется утяжелением механического состава почв с усилением степени их эродированности.

Величина гидролитической кислотности с усилением смытости почв также увеличивается по причине вовлечения в пахотный слой горизонта A<sub>2</sub>B<sub>1</sub> и припахивания иллювиального горизонта B<sub>1</sub>, характеризующихся более высокой ее величиной.

Степень насыщенности почв основаниями с усилением их смытости уменьшается; лишь в сильно смытой почве, благодаря небольшой ве-

величине гидролитической кислотности, обусловленной припахиванием горизонта В<sub>2</sub>, она опять несколько повышается.

В намытой почве вследствие высокого содержания обменных оснований, с одной стороны, и уменьшения величины гидролитической кислотности, с другой, степень насыщенности ее основаниями выше (87,5%), чем у остальных почв.

Подверженные смыву почвы характеризуются и более кислой реакцией пахотного горизонта, обусловленной перемешиванием его в процессе обработки с переходным и иллювиальным горизонтом, чем не смытые и намытые почвы.

Под воздействием процесса эрозии в эродированных почвах происходит изменение и в содержании подвижных азота, фосфора, калия, марганца и железа (табл. 3).

Содержание легко гидролизуемого азота в почвах с усилением степени смытости их понижается; однако его уменьшение происходит более

Таблица 3

Изменение содержания подвижных азота, фосфора, калия, марганца и железа в светло-серых лесных почвах в зависимости от степени их смытости

| Степень смы-<br>тости почв<br>и № разрезов | Горизонт                      | Глубина<br>в ятия<br>образцов<br>в см | Азот по<br>Тюрину<br>и Коно-<br>новой | Фосфор<br>по Кир-<br>санову | Калий<br>по<br>Пейве | Марган-<br>ец по<br>Мадано-<br>ву | Железо<br>по Кир-<br>санову |
|--------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
|                                            |                               |                                       |                                       |                             |                      |                                   |                             |
| Не<br>смытая р. 1                          | A <sub>п</sub>                | 0—22                                  | 13,6                                  | 8,7                         | следы                | 8,7                               | 16,3                        |
|                                            | A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> | 22—32                                 | —                                     | 8,7                         | "                    | 4,2                               | 30,7                        |
|                                            | B <sub>1</sub>                | 40—50                                 | —                                     | 15,0                        | "                    | 2,3                               | 36,1                        |
|                                            | B <sub>2</sub>                | 80—90                                 | —                                     | 15,0                        | 2,5                  | 3,9                               | 40,7                        |
|                                            | C                             | 130—140                               | —                                     | 25,0                        | 2,5                  | 2,7                               | 38,7                        |
| Слабо<br>смытая р. 2                       | A <sub>п</sub>                | 0—20                                  | 12,5                                  | 10,0                        | следы                | 6,3                               | 20,6                        |
|                                            | B <sub>1</sub>                | 30—40                                 | —                                     | 25,0                        | "                    | 3,7                               | 42,0                        |
|                                            | B <sub>2</sub>                | 80—90                                 | —                                     | 25,0                        | 2,5                  | 3,7                               | 53,0                        |
|                                            | C                             | 120—130                               | —                                     | 25,0                        | 2,5                  | 2,5                               | 36,8                        |
| Средне<br>смытая р. 3                      | A <sub>п</sub>                | 0—18                                  | 11,1                                  | 25,0                        | 2,5                  | 4,5                               | 22,7                        |
|                                            | B <sub>1</sub>                | 25—35                                 | —                                     | 25,0                        | 2,5                  | 2,6                               | 28,8                        |
|                                            | B <sub>2</sub>                | 60—70                                 | —                                     | 25,0                        | 2,5                  | 3,2                               | 40,7                        |
|                                            | C                             | 110—120                               | —                                     | 25,0                        | следы                | 2,5                               | 35,5                        |
| Сильно<br>смытая р. 4                      | A <sub>п</sub>                | 0—18                                  | 9,8                                   | 25,0                        | 1,3                  | 3,4                               | 29,2                        |
|                                            | B <sub>2</sub>                | 20—30                                 | —                                     | 20,0                        | следы                | 2,0                               | 32,9                        |
|                                            | "                             | 40—50                                 | —                                     | 20,0                        | 2,5                  | 3,3                               | 39,6                        |
|                                            | C                             | 90—100                                | —                                     | 25,0                        | 2,5                  | 2,6                               | 38,6                        |
| Намытая р. 5                               | A <sub>п</sub> нам.           | 0—22                                  | 13,0                                  | 20,0                        | 5,0                  | 5,3                               | 26,5                        |
|                                            | A <sub>1</sub> нам.           | 22—32                                 | —                                     | 15,0                        | 2,5                  | 5,1                               | 18,0                        |
|                                            | A <sub>1</sub> погр.          | 50—60                                 | 12,6                                  | 10,0                        | следы                | 6,2                               | 20,9                        |
|                                            | A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> | 90—100                                | —                                     | 20,0                        | "                    | 2,5                               | 46,0                        |
|                                            | B <sub>1</sub>                | 100—110                               | —                                     | 25,0                        | "                    | 1,5                               | 42,6                        |

медленно по сравнению с уменьшением в аналогичных условиях содержания валового азота; такое явление, по-видимому, объясняется большей подвижностью азота иллювиальных горизонтов, вовлекаемых в распахку в смытых почвах. В намытой почве, поскольку она богаче валовым азотом, гидролизуемого азота содержится значительно больше, чем в средне и сильно смытых почвах.

Количество подвижного фосфора в пахотном слое от не смытой почвы к смытым почвам увеличивается. Если в верхних горизонтах первой и слабо смытой почвы его содержится соответственно 8,7 мг и 10,0 мг, то в тех же горизонтах средне и сильно смытых почв его количество достигает 25,0 мг на 100 г почвы. Резкое повышение содержания подвижного фосфора в смытых почвах обусловлено припахиванием иллювиальных горизонтов, характеризующихся повышенным его содержанием. Пахотный слой намытой почвы также благодаря материалу, снесенному с поверхности средне и сильно смытых участков, имеет значительно больше подвижного фосфора, чем тот же слой не смытой почвы.

Все рассматриваемые почвы характеризуются очень низким содержанием подвижного калия. В верхних горизонтах не смытой и слабо смытой почв наблюдаются лишь следы его; в средне и сильно смытых почвах его количество соответственно равно 2,5 мг и 1,3 мг; в том же горизонте намытой почвы количество подвижного калия достигает 5,0 мг на 100 г почвы.

Содержание подвижного марганца с увеличением смытости почв уменьшается, что обусловлено смывом гумусового горизонта, обладающего относительно высоким количеством подвижного марганца в результате его биологической аккумуляции [5]. В верхнем горизонте не смытой почвы его содержится 8,7 мг, с увеличением степени эродированности количество его уменьшается, снижаясь в пахотном слое сильно смытой почвы до 3,4 мг на 100 г почвы.

Количество подвижного железа, наоборот, с усилением степени смытости почв постепенно увеличивается. Так, в верхнем горизонте не смытой почвы его имеется 16,3 мг, в тех же горизонтах слабо и средне смытых почв его количество повышается до 20,6 мг и 22,7 мг, а в сильно смытой оно достигает 29,2 мг на 100 г почвы. Увеличение содержания подвижного железа в указанном направлении обусловлено вовлечением в пахотный слой все большей толщи иллювиальных горизонтов, обладающих, как видно из данных, высоким его содержанием. Намытая почва также имеет значительное количество подвижного железа, но все же меньше, чем в сильно смытой почве.

Таким образом, под воздействием эрозионных процессов плодородие светло-серой лесной почвы понижается, причем тем сильнее, чем в большей степени она затронута смывом.

В заключение следует указать, что в результате смыва, кроме рассмотренных выше свойств почв, изменяются их структурный и агрегатный состав и другие физические и водные свойства, играющие, как видно из данных М. А. Винокурова, А. В. Колосковой, А. Ш. Фаткуллина [1], А. В. Колосковой [3] и Ф. Ш. Гарифуллина [2], важную роль в плодородии светло-серых лесных почв и получении высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

## ВЫВОДЫ

1. Мощность профиля светло-серой лесной почвы, подвергающейся процессу эрозии, за счет смыва пахотного и переходного ( $A_2B_1$ ) горизонтов постепенно уменьшается:

2. Степень смыва пахотного и переходного горизонтов почв зависит от интенсивности проявления процесса эрозии: при слабом его воздействии смывается лишь часть пахотного слоя, более же сильное его воздействие сопровождается полным уничтожением не только пахотного, но и переходного горизонтов.

3. По мере увеличения степени смыва почв в распашку вовлекаются глубже расположенные горизонты включительно до иллювиальных горизонтов В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub>.

4. Усиление интенсивности смыва почв вследствие припахивания иллювиальных горизонтов сопровождается повышением содержания в пахотном слое их фракций физической глины и ила и увеличением количества в нем суммы обменных оснований, подвижных фосфора и железа.

5. Содержание в пахотном слое почв гумуса, валового и подвижного азота, а также подвижного марганца, наоборот, с увеличением степени смытости их уменьшается.

6. Гидролитическая и обменная кислотности пахотного слоя от не смытой до средне смытой почв увеличиваются; пахотный слой сильно смытой почвы в этом отношении несколько уступает пахотному слою слабо и средне смытых почв.

7. Степень насыщенности основаниями пахотного слоя слабо и средне смытых почв меньше, чем того же слоя не смытой почвы; в сильно смытой почве она вследствие более высокой суммы обменных оснований и небольшой величины гидролитической кислотности, обусловленных припахиванием иллювиального горизонта В<sub>2</sub>, выше по сравнению с тем же слоем слабо и средне смытых почв.

8. Намытая почва, обогащенная сносимым водою со склона материком, имеет существенные отличия от эродированных почв; по содержанию гумуса, валового и подвижного азота она близка к незатронутой смывом почве, по количеству же обменных оснований, подвижных фосфора и калия даже превышает ее.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Винокуров М. А., Колоскова А. В., Фаткуллин А. Ш. «Почвы Татарии». Изд-во Казанского ун-та, 1962.
2. Гарифуллин Ф. Ш. Влияние окультуривания на физические свойства серых лесных почв. «Материалы по изучению почв Урала и Поволжья», Уфа, 1960.
3. Колоскова А. В. Агрофизические свойства светло-серых лесных почв Татарской АССР. «Почвоведение», 1960, № 3.
4. Курочкин М. Ф. и Утэй И. В. Природные провинции и агропочвенные районы Татарской АССР. «Материалы по изучению почв Урала и Поволжья», Уфа, 1960.
5. Маданов П. В. Биологическая аккумуляция марганца в почвах Волжско-Камской лесостепи и его доступность сельскохозяйственным растениям. Уч. зап. Казанского ун-та, 1953, т. 113, кн. 7.
6. Соболев С. С. Защита почв от эрозии и повышение их плодородия. Изд-во с.-хоз. лит., М., 1961.

*М. А. Винокуров, К. Ш. Шакиров, Т. С. Багманов*

### **ОСОБЕННОСТИ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НЕКОТОРЫХ ПОЧВ РАВНИН ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА, РАЗВИТЫХ НА ДРЕВНИХ ОЗЕРНО-РЕЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ**

Южные районы Дальнего Востока характеризуются огромным богатством природных ресурсов. Своеобразные климатические условия позволяют здесь широко развивать земледелие по возделыванию ценных культур. В этих целях необходимо в первую очередь всестороннее изучение свойств почв, на которых они возделываются.

Несмотря на имеющиеся в литературе данные (Ю. А. Ливеровский, 1947; Ю. А. Ливеровский, В. И. Росликова, 1962; А. И. Качияни, 1954; Г. И. Иванов, 1959, 1964), почвы Дальнего Востока изучены еще недостаточно. В частности, слабо изучены агрохимические свойства их.

Летом 1964 года, благодаря участию в составе комплексной экспедиции, организованной биолого-почвенным факультетом Казанского государственного университета, нам удалось собрать материал по характеристике луговых оподзоленно-глеевых и буро-подзолистых почв, наиболее используемых под сельскохозяйственные культуры.

Луговые оподзоленно-глеевые почвы занимают, как указывает Г. И. Иванов (1964), первые надпойменные террасы и широкие долины рек, а буро-подзолистые почвы приурочены к более повышенным и выровненным элементам рельефа — древним речным и озерным террасам. Обе почвы формируются на древних озерно-речных отложениях тяжелого механического состава.

Эти почвы имеют следующее морфологическое строение.

Разрез I заложен в 400 м к югу от села Константиновки совхоза «Военный-1» Хабаровского р-на Хабаровского края. Злаково-разнотравный луг, распахан. Овес. Состояние хорошее. Почва луговая оподзоленно-глеевая, имеет следующее морфологическое строение:

$A_0$  0—25 см. Серый, глинистый, комковато-пылеватый, влажный, много корней растений. Переход в следующий горизонт ясный.

$A_1A_{2g}$  25—45 см. Палево-светло-серый с ржавыми пятнами, глинистый, плитчатой структуры, уплотнен, влажный. Переход в следующий горизонт ясный.

$B_g$  45—75 см. Светло-серый с буровато-сизоватым оттенком и с ржавыми пятнами, мелкоореховатой структуры, влажный. Переход в следующий горизонт ясный.

$C_{1g}$  75—105 см. Сизый с обилием ржавых пятен, глинистый, ореховатой структуры, мокрый, плотно-вязкий, просачивается вода. Переход ясный.

C<sub>2g</sub> 105—115 см. Сизый с обилием ржавых пятен, глинистый, комковатой структуры, мокрый, плотно-вязкий. Водоупорный горизонт.

Разрез 5 заложен в 1500 м к западу от села Бабстово Бабстовского совхоза Ленинского района Еврейской автономной области. Злаково-осоково-разнотравный луг. Большая часть участка распахана. Возделывается соя, состояние ее хорошее. Рельеф ровный. Почва очень влажная, на микропонижениях держится вода. Почва луговая оподзоленно-глеевая.

A<sub>0</sub> 0—4 см. Дернина, сильно переплетенная корнями растений, цвет серый, влажный. Переход ясный.

A<sub>1</sub> 4—19 см. Серый, глинистый, комковато-пылеватой структуры сильно переплетен корнями растений, влажный. Переход ясный.

A<sub>1</sub>A<sub>2g</sub> 19—31 см. Буровато-светло-серый, глинистый, комковато-пылеватой структуры, пронизан корнями растений, влажный, сильно прилипает, в нижней половине имеются ржавые пятна. Переход ясный.

B<sub>g</sub> 31—80 см. Светло-бурый с обилием ржавых пятен, глинистый, мелкоореховато-комковатой структуры, мокрый. Переход ясный.

BC<sub>g</sub> 80—120 см. Сизый с обилием ржавых пятен, глинистый, комковатый, сильно просачивается вода.

Разрез 6 заложен на территории Приморской краевой сельскохозяйственной опытной станции, на защитной полосе рядом с участком кукурузы. Состояние кукурузы хорошее. (Опытная станция расположена в районе г. Уссурийска). Почва буро-подзолистая среднемощная.

A<sub>1</sub> 0—14 см. Буровато-серый, комковато-пылеватой структуры, глинистый, переплетен корнями растений, влажный. Переход в следующий горизонт ясный.

A<sub>2</sub> 14—36 см. Буровато-белесый, глинистый, мелкоплатокомковатой структуры, имеются мелкие оргштейновые зернышки, влажный. Переход ясный.

A<sub>2</sub>B<sub>1</sub> 36—46 см. Светло-бурый с обилием ржавых пятен, тяжелоглинистый, мелкоореховато-комковатой структуры, имеются ржавые пятна, плотный, влажный. Переход ясный.

B<sub>1</sub> 46—66 см. Светло-бурый с коричневым оттенком, тяжелоглинистый, мелкоореховатой структуры, плотный, влажный. Переход ясный.

B<sub>2</sub> 66—109 см. Бурый с коричневым оттенком, глинистый, ореховатой структуры, плотный, мокрый, слабо просачивается вода. Переход ясный.

C 109—130 см. Светло-бурая с коричневым и сизоватым оттенком глина, липкая, мокрая.

Исследования показали, что луговые оподзоленно-глеевые и буро-подзолистые почвы характеризуются глинистым механическим составом (табл. 1). С глубины 30—50 см механический состав их становится еще более тяжелым.

В буро-подзолистых почвах содержание физической глины на глубине 36—46 см достигает 84,1%. Такое утяжеление механического состава этих почв на небольшой глубине затрудняет просачивание атмосферных осадков в глубь и обуславливает в период их выпадения переувлажнение верхних горизонтов почв; поэтому на поверхности полей застаивается вода, создаются благоприятные условия для развития восстановительных процессов и оглеения почвы.

Из таблицы 2 видно, что эти почвы содержат в верхних горизонтах значительное количество гумуса. Однако в низ профиля содержание его резко падает. Соответственно содержанию гумуса верхние горизонты их богаты валовым азотом. Отношение углерода к азоту в них колеблется в пределах 7,21—8,00, что свидетельствует о насыщенности гумуса азотом.

Механический состав луговых оподзоленно-глеевых и буро-подзолистых почв (в % на абсолютно-сухую почву, по Н. А. Качинскому)

| № разрезов | Название почвы                | Горизонт                       | Мощность | Глубина взятия образца | Размер частиц в мм, содержание их в % |           |           |            |             |        |
|------------|-------------------------------|--------------------------------|----------|------------------------|---------------------------------------|-----------|-----------|------------|-------------|--------|
|            |                               |                                |          |                        | >0,25                                 | 0,25—0,05 | 0,05—0,01 | 0,01—0,005 | 0,005—0,001 | <0,001 |
| 1          | Луговая оподзоленно-глеевая   | A <sub>n</sub>                 | 0—25     | 0—25                   | 1,0                                   | 16,4      | 21,3      | 12,0       | 15,9        | 33,4   |
|            |                               | A <sub>1</sub> A <sub>2g</sub> | 25—45    | 30—40                  | 1,7                                   | 15,8      | 24,8      | 26,8       | 11,9        | 19,0   |
|            |                               | B <sub>g</sub>                 | 45—75    | 60—70                  | 0,7                                   | 10,1      | 22,8      | 18,1       | 18,3        | 30,0   |
|            |                               | C <sub>1g</sub>                | 75—105   | 85—95                  | 0,8                                   | 6,7       | 32,0      | 15,6       | 13,0        | 31,9   |
|            |                               | C <sub>2g</sub>                | 105—115  | 105—115                | 0,5                                   | 6,1       | 25,1      | 16,4       | 19,8        | 32,1   |
| 5          | Луговая оподзоленно-глеевая   | A <sub>1</sub>                 | 4—19     | 4—19                   | 1,3                                   | 15,1      | 26,5      | 22,1       | 17,4        | 17,6   |
|            |                               | A <sub>1</sub> A <sub>2g</sub> | 19—31    | 19—31                  | 4,8                                   | 16,1      | 23,0      | 24,1       | 16,7        | 15,3   |
|            |                               | B <sub>g</sub>                 | 31—80    | 50—60                  | 0,4                                   | 13,9      | 16,9      | 25,2       | 6,8         | 36,8   |
|            |                               | BC <sub>g</sub>                | 80—120   | 90—100                 | 0,4                                   | 3,4       | 21,5      | 12,4       | 14,0        | 48,3   |
|            |                               |                                |          |                        |                                       |           |           |            |             | 74,7   |
| 6          | Буро-подзолистая среднемошная | A <sub>1</sub>                 | 0—14     | 0—14                   | 4,3                                   | 1,9       | 32,5      | 28,0       | 19,2        | 14,1   |
|            |                               | A <sub>2</sub>                 | 14—36    | 20—30                  | 4,0                                   | 9,2       | 23,4      | 23,4       | 18,8        | 21,2   |
|            |                               | A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>  | 36—46    | 36—46                  | 0,1                                   | 1,4       | 14,4      | 15,8       | 12,1        | 56,2   |
|            |                               | B <sub>1</sub>                 | 46—66    | 50—60                  | 0,7                                   | 8,5       | 9,7       | 19,9       | 12,1        | 49,1   |
|            |                               | B <sub>2</sub>                 | 66—109   | 80—90                  | 0,1                                   | 18,1      | 7,7       | 12,9       | 12,3        | 48,9   |
|            |                               | C                              | 109—130  | 120—130                | 0,3                                   | 8,2       | 13,0      | 8,5        | 25,6        | 44,4   |
|            |                               |                                |          |                        |                                       |           |           |            |             | 61,3   |
|            |                               |                                |          |                        |                                       |           |           |            |             | 63,4   |
|            |                               |                                |          |                        |                                       |           |           |            |             | 84,1   |
|            |                               |                                |          |                        |                                       |           |           |            |             | 81,1   |
|            |                               |                                |          |                        |                                       |           |           |            |             | 74,1   |
|            |                               |                                |          |                        |                                       |           |           |            |             | 78,5   |

Содержание гумуса, азота, обменных оснований и кислотность в луговых оподзоленно-глеевых и буро-подзолистых почвах (в % на абсолютно сухую почву)

| № разрез-<br>зов | Название почвы                     | Горизонт                       | Глубина<br>взятия<br>образца | Гумус<br>% | Азот<br>валовой<br>% | C<br>N | Сумма<br>обменных<br>оснований<br>Ca + Mg<br>(трилоном<br>Б) м/эке | Гидр.<br>кислот<br>м/эке | V<br>% | pH               |      |
|------------------|------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|------------|----------------------|--------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------|------------------|------|
|                  |                                    |                                |                              |            |                      |        |                                                                    |                          |        | H <sub>2</sub> O | KCl  |
| 1                | Луговая оподзоленно-глее-<br>вая   | A <sub>n</sub>                 | 0—25                         | 5,61       | 0,406                | 8,00   | 24,41                                                              | 12,19                    | 66,69  | 4,50             | 4,15 |
|                  |                                    | A <sub>1</sub> A <sub>2g</sub> | 30—40                        | 0,98       | —                    | —      | 14,38                                                              | 6,91                     | 67,54  | 4,60             | 4,05 |
|                  |                                    | B <sub>g</sub>                 | 60—70                        | 0,78       | —                    | —      | 23,11                                                              | 6,37                     | 78,36  | 4,70             | 4,15 |
|                  |                                    | C <sub>1g</sub>                | 85—95                        | —          | —                    | —      | 18,38                                                              | 4,18                     | 81,47  | 5,10             | 4,55 |
|                  |                                    | C <sub>2g</sub>                | 105—115                      | —          | —                    | —      | 19,62                                                              | 4,00                     | 83,06  | 5,20             | 4,75 |
| 5                | Луговая-оподзоленно-глее-<br>вая   | A <sub>0</sub>                 | 0—4                          | 10,20      | 0,661                | 8,94   | 36,34                                                              | 9,53                     | 79,22  | 5,17             | 5,00 |
|                  |                                    | A <sub>1</sub>                 | 4—19                         | 5,62       | 0,440                | 7,38   | 22,01                                                              | 9,46                     | 69,94  | 4,70             | 4,33 |
|                  |                                    | A <sub>1</sub> A <sub>2g</sub> | 19—31                        | 1,94       | —                    | —      | 18,72                                                              | 5,82                     | 76,28  | 4,80             | 4,38 |
|                  |                                    | B <sub>g</sub>                 | 50—60                        | 1,14       | —                    | —      | 26,45                                                              | 5,82                     | 81,97  | 4,90             | 4,40 |
|                  |                                    | BC <sub>g</sub>                | 90—100                       | —          | —                    | —      | 24,22                                                              | 4,55                     | 84,18  | 4,95             | 4,35 |
| 6                | Буро-подзолистая средне-<br>мошная | A <sub>1</sub>                 | 0—14                         | 4,91       | 0,394                | 7,21   | 20,91                                                              | 17,65                    | 54,23  | 5,60             | 5,05 |
|                  |                                    | A <sub>2</sub>                 | 20—30                        | 1,30       | —                    | —      | 13,82                                                              | 5,28                     | 72,36  | 5,05             | 4,47 |
|                  |                                    | A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>  | 36—46                        | 1,14       | —                    | —      | 15,05                                                              | 6,00                     | 71,50  | 4,80             | 4,25 |
|                  |                                    | B <sub>1</sub>                 | 50—60                        | 1,04       | —                    | —      | 16,15                                                              | 7,46                     | 68,40  | 4,70             | 4,15 |
|                  |                                    | B <sub>2</sub>                 | 80—90                        | 1,14       | —                    | —      | 22,71                                                              | 5,64                     | 80,10  | 5,15             | 4,50 |
|                  |                                    | C                              | 120—130                      | —          | —                    | —      | 25,43                                                              | 4,73                     | 84,32  | 5,50             | 4,55 |

Содержание обменных оснований в гумусовом горизонте луговых оподзоленно-глеевых почв равно 22,01—24,41 м/экв на 100 г; в буро-подзолистых почвах их имеется несколько меньше — 20,91 м/экв на 100 г почвы. В низ профиля в оподзоленных (A<sub>1</sub>A<sub>2</sub>) и подзолистых (A<sub>2</sub>) горизонтах сумма обменных оснований резко падает. Второй максимум суммы обменных оснований наблюдается в иллювиальных горизонтах.

Исследуемые почвы характеризуются большой величиной гидролитической кислотности. Особенно она велика в гумусовом горизонте буро-подзолистых почв (17,65 м/экв на 100 г). В луговых оподзоленно-глеевых почвах ее величина равна 9,46—12,19 м/экв на 100 г почвы. В низ профиля она уменьшается; исключением в этом отношении является горизонт В<sub>1</sub> буро-подзолистых почв, в котором ее величина несколько повышается.

Степень насыщенности основаниями луговых оподзоленно-глеевых почв невысокая (66,69—69,94%); особенно низка она у буро-подзолистых почв (54,23%). Все исследуемые почвы характеризуются довольно кислой реакцией.

Исследуемые почвы очень бедны подвижным фосфором (табл. 3), содержание его в них не превышает 1—2 мг на 100 г почвы.

Количество подвижного калия в них, наоборот, значительное. В луговых оподзоленно-глеевых почвах его имеется 13,5—15,5 мг на 100 г. В дерновом горизонте (A<sub>0</sub>) разреза 5 количество его доходит до 25,0 мг на 100 г. В буро-подзолистых почвах его содержится несколько меньше — 10,0 мг на 100 г почвы.

Таблица 3

Содержание подвижных соединений фосфора, калия, марганца и железа в луговых оподзоленно-глеевых и буро-подзолистых почвах

| № разрез-<br>зов    | Название почвы                          | Горизонт                       | Глубина<br>взятия<br>образца | Р <sub>2</sub> O <sub>5</sub> по | К <sub>2</sub> O по     | Мп по         | Fe по          |
|---------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------------------|-------------------------|---------------|----------------|
|                     |                                         |                                |                              | Кирса-<br>нову                   | Пейве<br>в мод.<br>ВИУА | Мала-<br>нову | Кирса-<br>нову |
| в мг на 100 г почвы |                                         |                                |                              |                                  |                         |               |                |
| 1                   | Луговая оподзо-<br>ленно-глеевая        | A <sub>п</sub>                 | 0—25                         | 1,25                             | 15,5                    | 2,8           | 25,2           |
|                     |                                         | A <sub>1</sub> A <sub>2g</sub> | 30—40                        | следы                            | 9,5                     | следы         | 5,4            |
|                     |                                         | B <sub>g</sub>                 | 60—70                        | "                                | 10,0                    | 0,3           | 26,5           |
|                     |                                         | C <sub>1g</sub>                | 85—95                        | 0,62                             | 8,5                     | 0,4           | 15,7           |
|                     |                                         | C <sub>2g</sub>                | 105—115                      | 1,00                             | 10,0                    | 0,3           | 14,8           |
| 5                   | Луговая оподзо-<br>ленно-глеевая        | A <sub>0</sub>                 | 0—4                          | 2,0                              | 25,0                    | 5,6           | 38,4           |
|                     |                                         | A <sub>1</sub>                 | 4—19                         | следы                            | 13,5                    | 2,2           | 30,4           |
|                     |                                         | A <sub>1</sub> A <sub>2g</sub> | 19—31                        | "                                | 8,5                     | 0,9           | 19,0           |
|                     |                                         | B <sub>g</sub>                 | 50—60                        | "                                | 7,5                     | 0,4           | 16,1           |
|                     |                                         | BC <sub>g</sub>                | 90—100                       | "                                | 10,0                    | 0,3           | 22,2           |
| 6                   | Буро-подзоли-<br>стая среднemoш-<br>ная | A <sub>1</sub>                 | 0—14                         | 0,75                             | 10,0                    | 4,1           | 21,3           |
|                     |                                         | A <sub>1</sub>                 | 20—30                        | следы                            | 6,0                     | 0,4           | 9,6            |
|                     |                                         | A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>  | 36—46                        | "                                | 8,5                     | следы         | 7,2            |
|                     |                                         | B <sub>1</sub>                 | 50—60                        | "                                | 10,0                    | 0,2           | 20,6           |
|                     |                                         | B <sub>2</sub>                 | 80—90                        | "                                | 10,0                    | следы         | 19,3           |
|                     |                                         | C                              | 120—130                      | "                                | 8,5                     | "             | 2,6            |

Групповой состав фосфатов луговых оподзоленно-глеевых и буро-подзолистых почв

| № разрез    | Название почвы                | Горизонт | Глубина взятия образца | Валовой $P_2O_5$ в мг на 100 г | В том числе фосфатов   |                |                        |                |                        |                |                        |                |
|-------------|-------------------------------|----------|------------------------|--------------------------------|------------------------|----------------|------------------------|----------------|------------------------|----------------|------------------------|----------------|
|             |                               |          |                        |                                | I+II групп             |                | III группы             |                | IV группы              |                | V группы               |                |
|             |                               |          |                        |                                | в мг $P_2O_5$ на 100 г | в % от валовой | в мг $P_2O_5$ на 100 г | в % от валовой | в мг $P_2O_5$ на 100 г | в % от валовой | в мг $P_2O_5$ на 100 г | в % от валовой |
| 1           | Луговая оподзоленно-глеевая   | $A_n$    | 0—25                   | 141,66                         | 1,45                   | 1,02           | 12,80                  | 9,04           | 76,00                  | 53,65          | 51,41                  | 36,29          |
| $A_1A_{2g}$ |                               | 30—40    | 100,00                 | 0,40                           | 0,40                   | 4,60           | 4,60                   | 20,50          | 20,50                  | 74,50          | 74,50                  |                |
| $B_g$       |                               | 60—70    | 90,00                  | следы                          | —                      | 4,25           | 4,72                   | 8,00           | 8,89                   | 77,75          | 86,39                  |                |
| $C_{2g}$    |                               | 105—115  | 80,00                  | 0,60                           | 0,75                   | 14,90          | 18,63                  | 8,00           | 10,00                  | 56,50          | 70,62                  |                |
| 5           | Луговая оподзоленно-глеевая   | $A_1$    | 4—19                   | 130,00                         | 1,60                   | 1,23           | 13,15                  | 10,11          | 73,00                  | 56,16          | 42,25                  | 32,50          |
| $A_1A_{2g}$ |                               | 19—31    | 106,66                 | 0,30                           | 0,28                   | 0,95           | 0,89                   | 12,50          | 11,72                  | 92,91          | 87,11                  |                |
| $B_g$       |                               | 50—60    | 75,00                  | 0,10                           | 0,13                   | 3,15           | 4,20                   | 8,00           | 10,67                  | 63,75          | 85,00                  |                |
| $BC_g$      |                               | 90—100   | 85,00                  | 0,30                           | 0,35                   | 4,70           | 5,53                   | 5,00           | 5,88                   | 75,00          | 88,24                  |                |
| 6           | Буро-подзолистая среднемошная | $A_1$    | 0—14                   | 88,33                          | 0,40                   | 0,45           | 4,60                   | 5,21           | 50,00                  | 56,61          | 33,33                  | 37,73          |
| $A_2$       |                               | 20—30    | 40,00                  | следы                          | —                      | 0,25           | 0,62                   | 3,50           | 8,75                   | 36,25          | 50,63                  |                |
| $B_1$       |                               | 50—60    | 43,33                  | 0,10                           | 0,23                   | 0,40           | 0,92                   | 3,50           | 8,08                   | 39,33          | 90,77                  |                |
| C           |                               | 120—130  | 41,66                  | 0,50                           | 1,20                   | 3,25           | 7,80                   | 1,00           | 2,40                   | 36,91          | 88,60                  |                |

В этих почвах имеется также небольшое количество подвижного марганца. Содержание подвижного железа в них, наоборот, значительное. Максимум его имеется в дерновом и гумусовом горизонтах. В оподзоленных горизонтах количество его уменьшается и снова увеличивается в иллювиальных горизонтах.

В целях выяснения причины малого содержания в исследуемых почвах одного из основных элементов питания растений — подвижного фосфора — нами был изучен групповой состав фосфатов по методу Ф. В. Чирикова (1939, 1956) в модификации Э. И. Шконде (1952).

Из таблицы 4 видно, что в луговых оподзоленно-глеевых почвах содержится значительное количество валового фосфора — 130,00—141,66 мг  $P_2O_5$  на 100 г; в низ профиля количество его постепенно уменьшается. Буро-подзолистые почвы содержат значительно меньше валового фосфора, а именно 88,33 мг  $P_2O_5$  на 100 г почвы. Кроме того, в низ профиля количество его в них падает более резко, уменьшаясь в материнской породе до 41,66 мг  $P_2O_5$  на 100 г почвы.

Все почвы характеризуются очень малым содержанием фосфатов щелочей и щелочно-земельных оснований (сумма I и II групп); особенно мало их в буро-подзолистых почвах, в которых их имеется всего лишь 0,40 мг  $P_2O_5$  на 100 г или 0,45% от валовой  $P_2O_5$ . В низ профиля во всех почвах количество этих форм фосфатов вначале уменьшается и затем снова несколько повышается в материнской породе.

Фосфаты полуторных окислов (III группа) в значительных количествах имеются в верхних горизонтах луговых оподзоленно-глеевых почв (12,80—13,15 мг  $P_2O_5$  на 100 г почвы, или 9,04—10,11% от валовой  $P_2O_5$ ). В буро-подзолистых почвах содержание фосфатов этой группы равно всего лишь 4,60 мг  $P_2O_5$  на 100 г почвы, или 5,21% от валовой  $P_2O_5$ . В низ профиля во всех почвах содержание этой группы фосфатов сначала уменьшается, а затем снова повышается.

Наибольшие величины органических соединений фосфора (IV группа) определены в гумусовых горизонтах. В верхних горизонтах луговых оподзоленно-глеевых почв фосфатов IV группы содержится 73,0—76,0 мг  $P_2O_5$  на 100 г, или 53,65—56,16% от валовой  $P_2O_5$ . В буро-подзолистых почвах их имеется 50,0 мг  $P_2O_5$  на 100 г, или 56,61% от валовой  $P_2O_5$ . В низ профиля содержание органических соединений фосфора резко уменьшается, достигая минимума в нижних горизонтах.

Труднорастворимых фосфатов (V группа) в верхних горизонтах луговых оподзоленно-глеевых почв содержится 42,25—51,41 мг  $P_2O_5$  на 100 г, или 32,50—36,29% от валовой  $P_2O_5$ . В гумусовом горизонте буро-подзолистых почв количество их равно 33,33 мг  $P_2O_5$  на 100 г, или 37,73% от валовой  $P_2O_5$ . В низ профиля во всех почвах содержание фосфатов V группы сильно увеличивается.

Таким образом, данные таблицы 4 показывают, что фосфаты в исследуемых почвах Дальнего Востока находятся в основном в недоступных для сельскохозяйственных культур соединениях. Поэтому все возделываемые на этих почвах культуры в первую очередь испытывают, как справедливо указывает А. Т. Грицун (1964), острый недостаток в фосфоре питания. По данным А. Т. Грицуна, от внесения фосфорных удобрений в буро-подзолистые почвы «урожай зерна сои по сравнению с контролем повышается на 201—466%» (стр. 248, 1964).

## ВЫВОДЫ

1. Луговые оподзоленно-глеевые и буро-подзолистые почвы равнины юга Дальнего Востока вследствие тяжелого механического состава слабо просачивают атмосферные осадки и испытывают периодическое переувлажнение.

2. Исследуемые почвы богаты валовым азотом, подвижным калием и очень бедны подвижным фосфором.

3. Фосфаты в них представлены в основном недоступными для сельскохозяйственных растений формами (IV—V группы).

4. При возделывании на этих почвах сельскохозяйственных культур в первую очередь необходимо вносить фосфорные удобрения.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Грицун А. Т. Применение удобрений в Приморском крае. Владивосток, 1964.
- Иванов Г. И. Почвы земледельческих районов Приморья. Тезисы докладов на сессии совета ДВФ СО АН СССР по итогам научных исследований 1958 г. Владивосток, 1959.
- Иванов Г. И. Почвы Приморского края. Владивосток, 1964.
- Качияни А. И. Почвы земледельческих районов Дальнего Востока. Хабаровск, 1954.
- Ливеровский Ю. А. Почвы Амурской лесостепи. Почвоведение, 1947, № 7.
- Ливеровский Ю. А., Росликова В. И. О генезисе некоторых луговых почв Приморья. Почвоведение, 1962, № 8.
- Чириков Ф. В. О методике учета форм фосфатов в почвах. Химизация соц. земледелия, 1939, № 10—11.
- Чириков Ф. В. Агрохимия калия и фосфора. Сельхозгиз, 1956.
- Шкожде Э. И. Системы удобрений и фосфатный режим черноземных почв УССР. Почвоведение, 1952, № 8.

**М. А. Винокуров, К. Ш. Шакиров, Т. С. Багманов, Л. Н. Дзыга**

## **ГОРНО-ЛЕСНЫЕ БУРЫЕ ПОЧВЫ ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ ХЕХЦИРСКОГО ХРЕБТА**

Вопросы взаимоотношения наиболее распространенных на Дальнем Востоке древесных пород — ели аянской, кедра корейского, пихты белокорой, ясеня манчжурского и др. с почвами может быть решен лишь на основе всестороннего изучения условий их местопроизрастания. Однако почвенные условия произрастания хвойно-широколиственных лесов Дальнего Востока освещаются лишь в немногих работах (Ю. А. Ливеровский и Б. П. Колесников, 1949; С. А. Золотарев, 1953, 1954; Г. И. Иванов, 1964 и др.). Особенно слабо изучены почвы хвойно-широколиственных лесов горных районов.

Летом 1964 года, в составе комплексной экспедиции, организованной биолого-почвенным факультетом Казанского государственного университета, нами изучались горно-лесные бурые почвы кедрово-широколиственных и елово-пихтово-широколиственных лесов Хехцирского хребта, расположенного в пределах Уссурийско-Амурского округа кедрово-елово-широколиственных лесов Дальневосточной хвойно-широколиственной области (Б. П. Колесников, 1955).

Исследования показали, что в горных районах как лесная растительность, так и почвы отличаются большим разнообразием. «Неравномерное распределение влаги и тепла на склонах гор и в горных долинах, — пишут Ю. А. Ливеровский и Б. П. Колесников, — в зависимости от экспозиции, направления, особенности... ориентировки по отношению к господствующим ветрам чрезвычайно увеличивает разнообразие условий местобитаний и среды» (стр. 125, 1949). Оно и обуславливает своеобразный и вместе с тем сложный состав лесной растительности, частую смену ее и почвенного покрова.

Наши исследования проводились на территории Хехцирского опытного лесхоза Дальневосточного научно-исследовательского института лесного хозяйства.

Ниже приводится описание леса и морфологического строения исследованных нами почв.

Разрез 3 заложен в 31 квартале на склоне сопки, уклон 10°.

Состав древостоя: 3Е аянской (100 лет), 3П белокорой (100 лет), 1К корейский (170 лет), 1Я манчжурский (120 лет), 1Б желтая (120 лет), 1Лп манчжурская (120 лет). Средняя высота ели аянской 19 м, пихты белокорой 18 м, кедр корейского 21 м, ясеня манчжурского 20 м, березы желтой и липы манчжурской 19 м. Средний диаметр ствола ели аянской 28 см, пихты белокорой 24 см, кедр корейского 40 см, ясеня манчжурского, березы желтой и липы манчжурской 32 см. Полнота древостоя 0,7.

Подрост из ели аянской и пихты белокорой (5—30 лет) групповой, средней густоты. Подлесок из лещины, чубушника, актинидии — групповой, средней густоты. Травянистый покров средней густоты.

Почва горно-лесная бурая.

А<sub>0</sub> 0—5 см. Подстилка, состоящая из хвои, ветвей и листьев, полуразложившаяся. Переход в следующий горизонт ясный.

А<sub>1</sub> 5—24 см. Буровато-серый, комковато-пылеватой структуры, тяжелосуглинистый, пронизан корнями растений, рыхлый, свежий. В нижней части имеются мелкие обломки выветрелых горных пород. Переход в следующий горизонт заметный.

В 24—45 см. Буровато-светло-серый, мелкокомковатой структуры, встречаются корни растений, имеются в большом количестве обломки горных пород, из-за них копается очень трудно. Переход ясный.

ВС 45—55 см. Светло-бурый мелкозем, залегающий между обломками выветрелых горных пород.

С 55—60 см. Обломки интенсивно катаклазированного выветрелого серовато-светло-желтого гранита\*.

Разрез 4 заложен в 19 квартале на повышенном ровном месте. Состав древостоя: 3К корейского (120 лет), 2Е аянской (120 лет), 2Я манчжурского (90 лет), 1Б желтая (90 лет), 1П белокорая (90 лет) и 1Лп манчжурская (130 лет). Преобладающая порода кедр корейский имеет среднюю высоту 20 м и диаметр 36 см. Полнота древостоя 0,7.

Подрост из кедра корейского, пихты белокорой, ели аянской и березы желтой (5—30 лет), групповой, средней густоты. Подлесок из лещины, чубушника, лиан и др. — групповой, средней густоты.

Почва горно-лесная бурая оподзоленная.

А<sub>0</sub> 0—5 см. Подстилка, состоящая из хвои и ветвей кедра, ели и пихты, а также листьев других пород, полуразложившаяся. Переход в следующий горизонт ясный.

А<sub>1</sub> 5—23 см. Буровато-серый, комковато-пылеватой структуры, тяжелосуглинистый, переплетен корнями растений, свежий. Переход в следующий горизонт ясный.

А<sub>1</sub>А<sub>2</sub> 23—38 см. Буровато-светло-серый с обилием присыпки кремнезема, комковато-пылеватой структуры, переплетен корнями растений, среднесуглинистый, свежий. Переход в следующий горизонт ясный.

В 38—60 см. Светло-серый с коричневыми пятнами, тяжелосуглинистый. Имеются в большом количестве обломки горных пород. Переход в следующий горизонт ясный.

ВС 60—70 см. Светло-серый в трещинах горных пород суглинок. В этом горизонте основная масса состоит из сплошных обломков сильно катаклазированного выветрелого гранита.

Разрез 2 заложен в 30 квартале на слабо пологом склоне. Состав древостоя: 4П белокорой (80 лет), 3Е аянской (100 лет), 1Б желтая (120 лет), 1Я манчжурский (100 лет) и 1Б белая (60 лет). Преобладающая порода пихта белокорая, средняя высота ее 16 м, средний диаметр ствола 20 см. Полнота древостоя 0,7.

Подрост из пихты белокорой и ели аянской (5—20 лет), групповой, средней густоты. В подлеске имеются лещина, спирея, чубушник и др. Травянистый покров густой из юсок, папоротников и широколиственных трав.

Почва горно-лесная желто-бурая.

А<sub>0</sub> 0—6 см. Подстилка буровато-коричневая, сильно переплетена корнями растений. Переход в следующий горизонт ясный.

\* Петрографический состав горных пород определен петрографом, кандидатом геолого-минералогических наук Б. С. Ситдиковым, за что авторы выражают ему благодарность.

Таблица 1

Механический состав горно-лесных бурых почв хвойно-широколиственных лесов Хехширского хребта (на абсолютно сухую почву)

| № разреза | Название почвы                  | Горизонт                      | Мощность | Глубина взятая образца | Гигроск. вл. % | Размеры частиц в мм, содержание их в % |                |                |                 |                  |        |
|-----------|---------------------------------|-------------------------------|----------|------------------------|----------------|----------------------------------------|----------------|----------------|-----------------|------------------|--------|
|           |                                 |                               |          |                        |                | >0,25                                  | 0,25—<br>—0,05 | 0,05—<br>—0,01 | 0,01—<br>—0,005 | 0,005—<br>—0,001 | <0,001 |
| 3         | Горно-лесная бурая              | A <sub>1</sub>                | 5—24     | 5—24                   | 2,44           | 6,11                                   | 15,02          | 32,92          | 7,07            | 26,26            | 12,62  |
|           |                                 | B <sub>1</sub>                | 24—45    | 24—45                  | 0,73           | 45,54                                  | 17,73          | 17,11          | 3,02            | 9,56             | 7,04   |
|           |                                 | BC                            | 45—55    | 45—55                  | 0,50           | 52,41                                  | 18,97          | 13,56          | 1,50            | 10,05            | 3,51   |
| 4         | Горно-лесная бурая оподзоленная | A <sub>1</sub>                | 5—23     | 5—23                   | 2,53           | 2,74                                   | 11,07          | 40,29          | 6,63            | 23,46            | 15,81  |
|           |                                 | A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> | 23—38    | 23—38                  | 1,16           | 3,79                                   | 10,87          | 47,47          | 2,52            | 20,20            | 15,15  |
|           |                                 | B                             | 38—60    | 38—60                  | 1,84           | 4,94                                   | 14,36          | 47,37          | 5,54            | 21,67            | 16,12  |
| 2         | Горно-лесная желто-бурая        | A <sub>1</sub>                | 6—34     | 6—20                   | 6,52           | 1,64                                   | 4,44           | 25,57          | 8,23            | 19,79            | 40,33  |
|           |                                 | A <sub>1</sub>                |          | 20—30                  | 5,67           | 3,09                                   | 23,79          | 22,57          | 31,90           | 7,95             | 10,70  |
|           |                                 | B                             | 34—44    | 34—44                  | 2,46           | 3,45                                   | 17,78          | 36,36          | 9,09            | 24,74            | 8,58   |
|           |                                 | BC                            | 44—56    | 44—56                  | 1,07           | 19,58                                  | 28,42          | 25,75          | 2,52            | 19,19            | 4,54   |
|           |                                 |                               |          |                        |                |                                        |                |                |                 |                  | 45,95  |
|           |                                 |                               |          |                        |                |                                        |                |                |                 |                  | 19,62  |
|           |                                 |                               |          |                        |                |                                        |                |                |                 |                  | 15,06  |
|           |                                 |                               |          |                        |                |                                        |                |                |                 |                  | 45,90  |
|           |                                 |                               |          |                        |                |                                        |                |                |                 |                  | 37,87  |
|           |                                 |                               |          |                        |                |                                        |                |                |                 |                  | 43,33  |
|           |                                 |                               |          |                        |                |                                        |                |                |                 |                  | 68,35  |
|           |                                 |                               |          |                        |                |                                        |                |                |                 |                  | 50,55  |
|           |                                 |                               |          |                        |                |                                        |                |                |                 |                  | 42,41  |
|           |                                 |                               |          |                        |                |                                        |                |                |                 |                  | 26,25  |

A<sub>1</sub> 6—34 см. Коричнево-бурый, легоглинистый, комковато-пылеватозернистой структуры, свежий, пронизан корнями древесной и травянистой растительности. В нижней части профиля имеются мелкие куски горных пород. Переход в следующий горизонт резкий.

В 34—44 см. Желтовато-бурый, тяжелосуглинистый, мелкокомковатой структуры, свежий. Имеются мелкие обломки горных пород. Переход в следующий горизонт ясный.

BC 44—56 см. Светло-желтый с палевым оттенком суглинок. Имеются в большом количестве твердые обломки алевролита.

С 56—60 см. Желтовато-серый алевролит, глинистый. Местами темно-серый, тонкослоистый и сечется микрожилками кварца.

Из морфологического описания почв видно, что в зависимости от физико-географических условий развития горно-лесные бурые почвы различаются между собой. На склонах гор и сопок (разр. 3) они имеют небольшую мощность и не оподзолены. На повышенных равнинах под хвойно-широколиственными лесами с преобладанием кедра корейского (разр. 4) горно-лесные бурые почвы характеризуются значительной мощностью профиля и особенно большей растянутостью гумусового горизонта. Нижняя часть гумусового горизонта заметно оподзолена. На северной части 30 квартала под пихтово-елово-широколиственными лесами нами обнаружены почвы (разр. 2) с мощным коричневого цвета гумусовым горизонтом и ниже желтоватым цветом нижней части профиля. По своим физико-химическим свойствам, как будет видно дальше, они сильно отличаются от горно-лесных неоподзоленных и оподзоленных почв и очень близки к горно-лесным желто-бурым почвам, но отличаются от них лишь большей мощностью гумусового горизонта. Нами они названы горно-лесными желто-бурыми почвами.

Таблица 2

Содержание гумуса и азота в горно-лесных бурых почвах хвойно-широколиственных лесов Хехцирского хребта  
(в % на абсолютно-сухое вещество)

| № разрезов | Название почвы                  | Горизонт                      | Глубина взятия образца | Потеря от прокаливании % | Гумус % | Азот валовой % | C/N   |
|------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------------|--------------------------|---------|----------------|-------|
| 3          | Горно-лесная бурая              | A <sub>0</sub>                | 0—5                    | 60,90                    |         | 0,97           | 36,35 |
|            |                                 | A <sub>1</sub>                | 5—24                   |                          | 5,07    | 0,23           | 12,78 |
|            |                                 | B                             | 24—45                  |                          | 4,42    |                |       |
|            |                                 | BC                            | 45—55                  |                          | 2,70    |                |       |
| 4          | Горно-лесная бурая оподзоленная | A <sub>0</sub>                | 0—5                    | 43,52                    |         | 1,44           | 17,51 |
|            |                                 | A <sub>1</sub>                | 5—23                   |                          | 4,81    | 0,21           | 13,24 |
|            |                                 | A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> | 23—38                  |                          | 2,48    | 0,16           | 9,00  |
|            |                                 | B                             | 38—60                  |                          | 1,40    |                |       |
|            |                                 | BC                            | 60—70                  |                          | 1,29    |                |       |
| 2          | Горно-лесная желто-бурая        | A <sub>0</sub>                | 0—6                    | 41,63                    |         | 1,29           | 18,68 |
|            |                                 | A <sub>1</sub>                | 6—20                   |                          | 11,01   | 0,41           | 15,54 |
|            |                                 | A <sub>1</sub>                | 20—30                  |                          | 9,30    | 0,40           | 13,45 |
|            |                                 | B                             | 34—44                  |                          | 3,13    |                |       |
|            |                                 | BC                            | 44—56                  |                          | 1,94    |                |       |

Физико-химические свойства горно-лесных бурых почв хвойно-широколиственных лесов Хехцирского хребта (на абсолютно-сухую почву)

| № разрез-<br>зов | Наименование<br>почвы                   | Горизонт                      | Глубина<br>изъятия<br>образца | Обменные основ. трилоном<br>Б в м/эке на 100 г |      |       | Гидр.<br>кисл.<br>в м/эке | Степень<br>насыщ.<br>основан.<br>% | pH               |      | Обменная кислотность<br>в м/эке на 100 г |                            |                |
|------------------|-----------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------|------|-------|---------------------------|------------------------------------|------------------|------|------------------------------------------|----------------------------|----------------|
|                  |                                         |                               |                               | Ca                                             | Mg   | сумма |                           |                                    | H <sub>2</sub> O | KCl  | общая                                    | в т. ч. обуслов-<br>ленная |                |
|                  |                                         |                               |                               |                                                |      |       |                           |                                    |                  |      |                                          | алюми-<br>нием             | водо-<br>родом |
| 3                | Горно-лесная<br>бурая                   | A <sub>0</sub>                | 0—5                           | 40,80                                          | 8,16 | 48,96 | 20,16                     | 70,83                              | 5,30             | 4,70 | 0,67                                     | 0,56                       | 0,11           |
|                  |                                         | A <sub>1</sub>                | 5—24                          | 11,14                                          | 2,62 | 13,76 | 12,49                     | 52,42                              | 5,00             | 4,30 | 1,91                                     | 1,91                       | —              |
|                  |                                         | B                             | 24—45                         | 6,12                                           | 1,02 | 7,14  | 9,40                      | 43,17                              | 4,30             | 4,10 | 1,69                                     | 1,69                       | —              |
|                  |                                         | BC                            | 45—55                         | 5,10                                           | 1,06 | 6,16  | 7,20                      | 46,11                              | 4,10             | 4,00 | 1,69                                     | 1,69                       | —              |
| 4                | Горно-лесная<br>бурая оподзо-<br>ленная | A <sub>0</sub>                | 0—5                           | 40,10                                          | 5,84 | 45,94 | 33,40                     | 57,90                              | 4,90             | 4,50 | 1,35                                     | 0,68                       | 0,67           |
|                  |                                         | A <sub>1</sub>                | 5—23                          | 10,20                                          | 3,06 | 13,26 | 15,72                     | 45,75                              | 4,00             | 3,80 | 2,14                                     | 2,03                       | 0,11           |
|                  |                                         | A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> | 23—38                         | 5,10                                           | 2,04 | 7,14  | 13,10                     | 35,28                              | 3,90             | 3,70 | 4,62                                     | 4,62                       | —              |
|                  |                                         | B                             | 38—60                         | 4,08                                           | 3,06 | 7,14  | 14,71                     | 32,68                              | 3,60             | 3,10 | 7,45                                     | 7,45                       | —              |
|                  |                                         | BC                            | 60—70                         | 4,02                                           | 3,02 | 7,04  | 19,50                     | 26,52                              | 3,80             | 3,10 | 8,01                                     | 8,01                       | —              |
|                  |                                         |                               |                               |                                                |      |       |                           |                                    |                  |      |                                          |                            |                |
| 2                | Горно-лесная<br>желто-бурая             | A <sub>0</sub>                | 0—6                           | 20,40                                          | 8,16 | 28,56 | 64,51                     | 30,69                              | 3,90             | 3,60 | 5,42                                     | 4,52                       | 0,90           |
|                  |                                         | A <sub>1</sub>                | 6—20                          | 4,46                                           | 2,18 | 6,64  | 34,27                     | 16,23                              | 3,40             | 3,30 | 12,59                                    | 11,83                      | 0,76           |
|                  |                                         | A <sub>2</sub>                | 20—30                         | 4,08                                           | 2,10 | 6,18  | 31,24                     | 16,52                              | 3,50             | 3,35 | 10,61                                    | 10,28                      | 0,33           |
|                  |                                         | B                             | 34—44                         | 3,06                                           | 2,04 | 5,10  | 12,70                     | 28,65                              | 4,00             | 3,70 | 4,51                                     | 4,40                       | 0,11           |
|                  |                                         | BC                            | 44—56                         | 3,06                                           | 2,06 | 5,12  | 8,26                      | 38,27                              | 4,10             | 3,90 | 2,82                                     | 2,82                       | —              |

Из таблицы 1 видно, что почвы разрезов 3 и 4 характеризуются тяжелоуглинистыми, а разреза 2 глинистым механическим составом. В горно-лесной бурой (неоподзоленной) почве (разр. 3) содержание частиц диаметром  $<0,01$  мм равно 45,95%, в низ профиля количество их резко убывает. В этой почве одновременно происходит увеличение в низ профиля частиц диаметром  $>0,25$  мм, что говорит о большем участии в составе этих горизонтов почвы мелкозема и о меньшей выветрелости их. В горно-лесной бурой оподзоленной почве (разр. 4) наблюдается заметная дифференциация физической глины по профилю; максимум ее имеется в горизонте  $A_1$ , в низ профиля в оподзоленном горизонте количество ее уменьшается и снова повышается в иллювиальных горизонтах. В горно-лесных желто-бурых почвах содержание физической глины и ила в низ профиля постепенно уменьшается, что обусловлено, по-видимому, как в почве разреза 3, наличием большого количества мелкозема в нижних горизонтах.

На поверхности исследуемых почв имеется богатая зольными элементами подстилка, потеря от прокалывания которой (таблица 2) составляет на горно-лесной бурой почве (разрез 3) 60,90%, на остальных двух почвах она равна 41,63—43,52%.

Горно-лесные желто-бурые почвы в верхнем горизонте содержат гумуса больше всех — 11,01%, к низу количество его постепенно уменьшается. В верхних горизонтах горно-лесных бурых почв гумуса имеется 5,07%. В горно-лесной оподзоленной почве гумуса содержится еще меньше (4,81%) и кроме того количество его в низ профиля в ней уменьшается более резко, чем в остальных двух почвах.

Валового азота больше всего имеется в подстилке горно-лесных бурых оподзоленных почв (1,44%), несколько меньше его — в подстилке горно-лесных желто-бурых (1,29%) и наименьшим содержанием его характеризуется подстилка горно-лесных бурых почв (0,97%). Количество его в почвах распределяется соответственно содержанию в них гумуса.

Наиболее широкое отношение углерода органических веществ к азоту (C:N) обнаруживается в подстилке горно-лесной бурой почвы (разр. 3), что обусловлено меньшей разложенностью ее, так как в процессе минерализации подстилки органическое вещество ее обогащается азотом. Наиболее узкое отношение C:N имеется в гумусе горно-лесной бурой почвы (12,78), а наиболее широкое — в гумусе горно-лесной желто-бурой почвы (15, 54).

Горно-лесные бурые почвы отличаются небольшим содержанием обменных оснований (табл. 3). Содержание их достигает значительных величин лишь в подстилках. Наименьшими величинами обменных оснований как в подстилке, так и в почве выделяются горно-лесные желто-бурые почвы.

Названные выше почвы характеризуются большими величинами гидролитической кислотности, причем наибольшая из них обнаруживается в горно-лесных желто-бурых почвах. Поэтому степень насыщенности основаниями их исключительно низка.

Горно-лесные бурые почвы обладают кислой реакцией среды. Менее кислая она в горно-лесных бурых (неоподзоленных) и наиболее кислой является в горно-лесных желто-бурых почвах; горно-лесные бурые оподзоленные почвы в этом отношении занимают промежуточное положение.

В соответствии с показаниями pH находится величина обменной кислотности. Наименьшая величина ее имеется в горно-лесных бурых (неоподзоленных), значительно больше — в горно-лесных бурых оподзоленных и очень большая величина ее обнаружена в горно-лесных желто-бурых почвах. Следует отметить, что во всех исследуемых почвах почти вся обменная кислотность обусловлена алюминием.

Таблица 4

Содержание подвижных фосфора, калия, марганца, железа и алюминия  
в горно-лесных бурых почвах хвойно-широколиственных лесов  
Хехцирского хребта

| № разре-<br>зов | Название<br>почвы                            | Горизонт                      | Глубина<br>взятия<br>образца | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> по<br>Кирса-<br>нову | K <sub>2</sub> O по<br>Пейне<br>в мод.<br>ВИУА | Mn<br>по Мада-<br>нову | Fe<br>по Кир-<br>санову | Al<br>по Соко-<br>лову |
|-----------------|----------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
|                 |                                              |                               |                              | в мг на 100 г вещества                             |                                                |                        |                         |                        |
| 3               | Горно-лес-<br>ная бурая                      | A <sub>0</sub>                | 0—5                          | 3,75                                               | 40,0                                           | 178,2                  | 206,6                   | 5,0                    |
|                 |                                              | A <sub>1</sub>                | 5—24                         | следы                                              | 40,0                                           | 25,7                   | 263,1                   | 17,2                   |
|                 |                                              | B                             | 24—45                        | "                                                  | 40,0                                           | 11,1                   | 193,2                   | 15,2                   |
|                 |                                              | BC                            | 45—55                        | "                                                  | 25,0                                           | следы                  | 171,6                   | 15,2                   |
| 4               | Горно-лес-<br>ная бурая<br>оподзолен-<br>ная | A <sub>0</sub>                | 0—5                          | 5,00                                               | 27,0                                           | 219,1                  | 243,0                   | 6,1                    |
|                 |                                              | A <sub>1</sub>                | 5—23                         | следы                                              | 40,0                                           | 25,3                   | 166,6                   | 18,3                   |
|                 |                                              | A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> | 23—38                        | "                                                  | 5,0                                            | следы                  | 200,0                   | 41,6                   |
|                 |                                              | B                             | 38—60                        | "                                                  | 2,5                                            | "                      | 283,6                   | 67,0                   |
|                 |                                              | BC                            | 60—70                        | "                                                  | 2,5                                            | 6,3                    | 347,8                   | 72,1                   |
| 2               | Горно-лес-<br>ная желто-<br>бурая            | A <sub>0</sub>                | 0—6                          | 3,75                                               | 17,0                                           | 177,4                  | 991,6                   | 40,7                   |
|                 |                                              | A <sub>1</sub>                | 6—20                         | 1,25                                               | 10,0                                           | следы                  | 4672,8                  | 106,5                  |
|                 |                                              | A <sub>1</sub>                | 20—30                        | 2,50                                               | 10,0                                           | "                      | 4166,6                  | 92,5                   |
|                 |                                              | B                             | 34—44                        | следы                                              | 2,5                                            | "                      | 1209,7                  | 39,6                   |
|                 |                                              | BC                            | 44—56                        | "                                                  | 2,5                                            | "                      | 487,8                   | 25,4                   |

Горно-лесные бурые почвы характеризуются почти отсутствием подвижного фосфора (табл. 4), очень небольшое количество его обнаружено лишь в подстилках, а из почв — в верхних горизонтах горно-лесных желто-бурых почв. По-видимому, как в данном случае, так и в других почвах Дальнего Востока фосфор находится в более прочных соединениях.

Из таблицы видно, что все почвы обладают большим количеством калия.

В подстилках, а также в верхних горизонтах почв, за исключением горно-лесных желто-бурых, имеется большое количество подвижного марганца. Однако в низ профиля содержание его резко падает и в нижних горизонтах имеются лишь следы. Скопление подвижного марганца в подстилках и верхних горизонтах почв обусловлено биологической аккумуляцией его.

Исследуемые почвы характеризуются очень большим содержанием подвижного железа и алюминия. Особенно высокая концентрация их обнаруживается в гумусовых горизонтах. Б. А. Зимовец (1965) указывает, что скопление полуторных окислов в профиле почв лесов Приамурья, особенно в гумусовых горизонтах, в составе конкреций является отличительной чертой их почвообразования. Образование конкреций связано с резкой сменой окислительно-восстановительных процессов и содержанием гумуса в почвах. Поэтому максимум подвижного железа и алюминия наблюдается в гумусовых горизонтах. В горно-лесных бурых оподзоленных почвах максимум их перемещен в процессе оподзоливания в нижерасположенные горизонты.

## ВЫВОДЫ

1. Горно-лесные бурые почвы хвойно-широколиственных лесов Хейцисского хребта в зависимости от рельефа местности, почвообразующей породы и произрастающей на них растительности между собой значительно различаются.

2. Характерными общими свойствами для этих почв являются малое содержание обменных оснований, бедность подвижным фосфором, большая величина гидролитической кислотности, подвижных железа, алюминия и калия и сильно кислая реакция.

3. Горно-лесные желто-бурые почвы в отличие от горно-лесных бурых характеризуются малым содержанием обменных оснований, большим количеством подвижных железа и алюминия, наиболее кислой реакцией и очень высокими величинами гидролитической кислотности.

## ЛИТЕРАТУРА

- Зимовец Б. А. Особенности накопления и перераспределения железа в лесных почвах Приамурья. «Почвоведение», 1965, № 5.
- Золотарев С. А. О влиянии главнейших хвойных пород Дальнего Востока на почву. «Почвоведение», № 2, 1953.
- Золотарев С. А. Взаимодействие между почвой и аянским темнохвойным лесом. «Труды Института леса АН СССР», т. 23, 1954.
- Иванов Г. И. Почвы Приморского края. Владивосток, 1964.
- Колесников Б. П. Очерк растительности Дальнего Востока. Хабаровск, 1955.
- Ливеровский Ю. А. и Колесников Б. П. Природа южной половины Советского Дальнего Востока. Госгеографиз., М., 1949.

*Л. М. Войкин, М. И. Балянин, Р. А. Никитина*

## **ПОЧВА, УДОБРЕНИЯ, УРОЖАЙ**

Почва — кладовая элементов питания растений. При достаточной обеспеченности почв основными элементами питания растений (N, P, K) можно рассчитывать на получение высоких и устойчивых урожаев во всех почвенно-климатических зонах страны. Однако не каждая почва имеет достаточный запас питательных элементов, что отражается на величине и качестве урожая.

Последнее особенно сказывается на почвах нечерноземной полосы, где распространены дерново-подзолистые и серые лесные почвы. Но при достаточной заправке дерново-подзолистых почв органо-минеральными удобрениями и применении необходимых доз извести на этих почвах можно получать высокие и устойчивые урожаи всех сельскохозяйственных культур.

Практика передовых колхозов полностью подтверждает последнее положение. В тех хозяйствах, где органо-минеральные удобрения вносятся в необходимых количествах, с учетом обеспеченности почв элементами питания растений, ежегодно получают высокие и устойчивые урожаи зерновых, зернобобовых и других культур.

Последнее можно наглядно видеть на примерах ряда колхозов Бежецкого, Кашинского и Максатихинского районов Калининской области. Обратимся к конкретным примерам.

Пахотные массивы колхозов «Красный путиловец», «Новый путь», «Яхрома» и «Искра» Кашинского района, им. Кирова, «Ленинский путь» и им. Ильича — Бежецкого района, а также им. Жданова, им. Ленина и «Победа» Максатихинского района, находящихся в непосредственной близости друг от друга, расположены на легкосуглинистых дерново-среднеподзолистых почвах, сформировавшихся на лессовидных суглинках и валунной морене. Несмотря на однотипность почвенного покрова, климатических условий и применяемой агротехники указанные колхозы на протяжении ряда лет получают различные урожаи сельскохозяйственных культур.

Основная причина различной урожайности заключается в том, что в указанных колхозах вносятся за последние годы разное количество органо-минеральных удобрений и извести. Последнее можно видеть из материалов, приводимых в таблице 1.

Из цифрового материала таблицы видно, что в колхозах «Красный путиловец», «Новый путь», им. Ильича и «Победа» на каждый гектар пашни вносилось в среднем за 3 года по 4,9—6,9 т органических, по 1,28—2,8 ц минеральных удобрений и по 0,70—2,2 ц извести. В колхозах

Количество органических, минеральных удобрений и извести

| Название колхоза         | Органические удобрения в т/га |      |      |                      | Минеральные удобрения в ц/га |      |      |                      | Известь в ц/га |      |      |                      |
|--------------------------|-------------------------------|------|------|----------------------|------------------------------|------|------|----------------------|----------------|------|------|----------------------|
|                          | 1961                          | 1962 | 1963 | среднее<br>за 3 года | 1961                         | 1962 | 1963 | среднее<br>за 3 года | 1961           | 1962 | 1963 | среднее<br>за 3 года |
|                          |                               |      |      |                      |                              |      |      |                      |                |      |      |                      |
| Кашпирский район         |                               |      |      |                      |                              |      |      |                      |                |      |      |                      |
| „Яхрома“ . . . . .       | 2,6                           | 4,0  | 4,0  | 3,6                  | 0,52                         | 0,92 | 0,71 | 0,72                 | 0,6            | —    | —    | 0,2                  |
| „Искра“ . . . . .        | 5,4                           | 6,9  | 4,1  | 5,5                  | 0,20                         | 0,06 | 3,9  | 1,40                 | 0,3            | —    | 0,5  | 0,3                  |
| „Красный путилловец“     | 5,6                           | 7,3  | 6,9  | 6,9                  | 2,40                         | 1,97 | 1,90 | 2,10                 | 1,3            | 1,0  | 0,6  | 1,0                  |
| „Новый путь“ . . . . .   | 4,5                           | 5,5  | 5,7  | 5,2                  | 0,73                         | 1,5  | 2,1  | 1,40                 | 1,8            | 2,5  | 2,3  | 2,2                  |
| Бежецкий район           |                               |      |      |                      |                              |      |      |                      |                |      |      |                      |
| им. Кирова . . . . .     | 2,6                           | 2,8  | 5,0  | 3,5                  | 0,8                          | 0,3  | 0,4  | 0,5                  | 0,5            | 0,2  | 0,4  | 0,3                  |
| „Ленинский путь“ . . . . | 13,0                          | 8,7  | 5,9  | 8,9                  | 0,9                          | 0,6  | 0,7  | 0,8                  | 1,4            | 0,7  | 1,7  | 1,3                  |
| им. Ильича . . . . .     | 7,4                           | 5,6  | 5,5  | 6,2                  | 4,6                          | 2,4  | 1,6  | 2,8                  | 0,8            | 2,3  | 1,4  | 1,5                  |
| Максатихинский район     |                               |      |      |                      |                              |      |      |                      |                |      |      |                      |
| им. Жданова . . . . .    | 2,8                           | 2,0  | 2,1  | 2,3                  | 0,45                         | 0,55 | 0,65 | 0,55                 | 0,07           | 0,2  | 0,25 | 0,17                 |
| им. Ленина . . . . .     | 2,9                           | 5,6  | 2,6  | 3,7                  | 0,72                         | 18,1 | 0,56 | 1,03                 | 0,48           | 1,03 | 0,4  | 0,64                 |
| „Победа“ . . . . .       | 4,0                           | 5,6  | 5,0  | 4,9                  | 1,12                         | 1,22 | 1,42 | 1,28                 | 0,23           | 0,47 | 1,4  | 0,70                 |



Урожай сельскохозяйственных культур в ц/га

| Сельскохозяйственные культуры | Кашинский район |      |      |          |      |      |                     |          |       |              |       |          |
|-------------------------------|-----------------|------|------|----------|------|------|---------------------|----------|-------|--------------|-------|----------|
|                               | Колхозы         |      |      |          |      |      |                     |          |       |              |       |          |
|                               | „Яхрома“        |      |      | „Искра“  |      |      | „Красный путиловец“ |          |       | „Новый путь“ |       |          |
|                               | 1961            | 1962 | 1963 | сред-нее | 1961 | 1962 | 1963                | сред-нее | 1961  | 1962         | 1963  | сред-нее |
| Рожь озимая . . . . .         | 7,4             | 6,0  | 11,7 | 8,3      | 7,4  | 7,0  | 9,9                 | 8,1      | 11,1  | 15,5         | 9,7   | 12,4     |
| Пшеница озимая . . . . .      | 12,4            | 7,5  | 7,6  | 9,1      | 6,1  | 7,8  | 7,2                 | 7,0      | 15,0  | 14,9         | 14,3  | 18,0     |
| Пшеница яровая . . . . .      | —               | 5,0  | 10,6 | 7,8      | —    | 4,8  | 7,7                 | 6,3      | 16,1  | 21,5         | 7,9   | 12,4     |
| Ячмень яровой . . . . .       | 3,9             | 6,6  | 8,4  | 6,3      | 5,4  | 6,0  | 8,0                 | 6,5      | 16,7  | 22,2         | 10,1  | 10,1     |
| Овес . . . . .                | 5,6             | 12,0 | 9,5  | 9,0      | 7,1  | 7,5  | 10,5                | 8,4      | 15,1  | 17,4         | 13,3  | 17,1     |
| Горох . . . . .               | —               | —    | 5,8  | 5,8      | —    | 4,9  | 3,7                 | 4,3      | —     | 12,5         | 7,6   | 9,7      |
| Всего зерновых и зернобобовых | 6,5             | 7,6  | 10,0 | 8,0      | 7,0  | 7,2  | 9,2                 | 7,8      | 14,1  | 17,8         | 12,0  | 15,7     |
| Лен                           | 3,2             | 1,1  | 2,1  | 2,1      | 3,2  | 2,1  | 2,5                 | 2,6      | 3,5   | 2,1          | 5,0   | 4,1      |
| Картофель . . . . .           | 4,6             | 2,9  | 3,1  | 3,5      | 4,1  | 3,5  | 2,6                 | 3,4      | 5,4   | 8,2          | 6,7   | 6,6      |
| Овощи . . . . .               | 47,6            | 38,0 | 11,0 | 32,2     | —    | —    | —                   | —        | 140,0 | 102,0        | 102,0 | 64,5     |
| Многолетние травы на сено . . | 19,0            | 18,3 | 14,4 | 17,2     | 15,2 | 18,9 | 14,0                | 16,0     | 29,2  | 34,5         | 30,5  | 28,2     |

| Сельскохозяйственные культуры | Бежецкий район   |      |      |         |            |      |      |         |            |       |       |         |      |      |         |
|-------------------------------|------------------|------|------|---------|------------|------|------|---------|------------|-------|-------|---------|------|------|---------|
|                               | „Ленинский путь“ |      |      |         | им. Кирова |      |      |         | им. Ильича |       |       |         |      |      |         |
|                               | 1960             |      |      | среднее | 1960       |      |      | 1961    | 1962       | 1960  |       |         | 1961 | 1962 | среднее |
|                               | 1960             | 1961 | 1962 | среднее | 1960       | 1961 | 1962 | среднее | 1960       | 1961  | 1962  | среднее |      |      |         |
| Рожь озимая . . . . .         | 18,1             | 11,5 | 16,4 | 15,3    | 16,7       | 12,1 | 9,7  | 12,8    | 21,6       | 16,2  | 24,0  | 20,6    |      |      |         |
| Пшеница озимая . . . . .      | 23,6             | 20,3 | 17,6 | 20,5    | 21,5       | 18,3 | 16,4 | 18,7    | 30,1       | 21,7  | 19,7  | 23,8    |      |      |         |
| Пшеница яровая . . . . .      | 16,7             | 9,7  | 14,7 | 13,7    | 14,2       | 5,2  | 10,8 | 10,0    | 20,9       | 18,9  | 23,1  | 20,9    |      |      |         |
| Ячмень яровой . . . . .       | 18,1             | 9,6  | 17,7 | 15,1    | 6,6        | 10,5 | 10,9 | 8,3     | 27,6       | 19,5  | 20,5  | 22,5    |      |      |         |
| Овес . . . . .                | 12,7             | 10,2 | 13,2 | 12,0    | 8,27       | 10,4 | 9,6  | 9,4     | 23,1       | 18,4  | 19,1  | 20,2    |      |      |         |
| Горох . . . . .               | 12,6             | —    | —    | 12,6    | —          | —    | —    | —       | 26,0       | 10,0  | 19,6  | 18,5    |      |      |         |
| Всего зерновых и зернобобовых | 15,8             | 10,8 | 15,5 | 14,0    | 12,9       | 11,0 | 12,3 | 12,1    | 23,4       | 19,3  | 21,0  | 21,2    |      |      |         |
| Лен                           |                  |      |      |         |            |      |      |         |            |       |       |         |      |      |         |
| семена . . . . .              | 2,43             | 3,4  | 2,43 | 3,4     | 3,5        | 3,8  | 2,68 | 3,3     | 5,5        | 5,0   | 3,0   | 4,5     |      |      |         |
| волокно . . . . .             | 5,63             | 5,4  | 5,4  | 5,5     | 5,03       | 4,2  | 4,0  | 4,4     | 8,7        | 6,6   | 5,9   | 7,1     |      |      |         |
| Картофель . . . . .           | 120,3            | 96,0 | 73,0 | 96,4    | 92,0       | 48,0 | 18,4 | 52,8    | 159,4      | 72,1  | 73,0  | 101,5   |      |      |         |
| Овощи . . . . .               | 70,0             | 65,0 | 34,1 | 56,3    | —          | —    | —    | —       | 232,7      | 155,1 | 146,0 | 177,8   |      |      |         |
| Многолетние травы на сено . . | 20,0             | 22,0 | 25,7 | 22,7    | 32,8       | 39,5 | 41,0 | 37,7    | 41,8       | 49,8  | 49,1  | 46,9    |      |      |         |

| Сельскохозяйственные культуры | Максатихинский район |      |      |         |            |      |      |         |          |      |      |         |
|-------------------------------|----------------------|------|------|---------|------------|------|------|---------|----------|------|------|---------|
|                               | им. Жданова          |      |      |         | им. Ленина |      |      |         | „Победа“ |      |      |         |
|                               |                      |      |      |         |            |      |      |         |          |      |      |         |
|                               | 1960                 | 1961 | 1962 | среднее | 1960       | 1961 | 1962 | среднее | 1960     | 1961 | 1962 | среднее |
| Рожь озимая . . . . .         | 9,7                  | 3,7  | 6,4  | 6,6     | 9,2        | 4,2  | 7,4  | 6,9     | 11,7     | 6,4  | 11,8 | 9,91    |
| Пшеница озимая . . . . .      | —                    | —    | —    | —       | —          | —    | —    | —       | —        | —    | —    | —       |
| Пшеница яровая . . . . .      | 3,3                  | 0,8  | 11,9 | 5,3     | 6,10       | 3,5  | 4,8  | 4,8     | 8,3      | 4,0  | 8,5  | 6,3     |
| Ячмень яровой . . . . .       | —                    | —    | —    | —       | 3,8        | 3,4  | —    | 3,6     | 11,8     | 4,5  | 10,5 | 8,9     |
| Овес . . . . .                | 3,7                  | 2,6  | 4,0  | 3,4     | 4,3        | 3,5  | 3,0  | 3,6     | 12,7     | 3,8  | 7,9  | 8,1     |
| Горох . . . . .               | —                    | 1,0  | 7,3  | 4,1     | —          | —    | 3,0  | 3,0     | 4,7      | 3,9  | 14,0 | 7,5     |
| Всего зерновых и зернобобовых | 6,7                  | 2,9  | 5,6  | 5,1     | 7,2        | 3,8  | 5,3  | 5,4     | 11,1     | 5,0  | 10,2 | 8,8     |
| Лен . . . . .                 | 2,1                  | 1,3  | 1,0  | 1,5     | 1,8        | 1,5  | 1,1  | 1,5     | 3,0      | 2,7  | 2,0  | 2,6     |
| Голокост . . . . .            | 2,5                  | 2,40 | 2,0  | 2,3     | 2,9        | 2,5  | 2,5  | 2,8     | 5,0      | 4,2  | 4,3  | 4,5     |
| Картофель . . . . .           | 102,5                | 61,0 | 69,0 | 77,5    | 91,5       | 41,0 | 68,0 | 66,8    | 129,6    | 63,0 | 74,1 | 88,9    |
| Овощи . . . . .               | —                    | —    | —    | —       | —          | —    | —    | —       | —        | —    | —    | —       |
| Многолетние травы на сено . . | 10,1                 | 14,0 | 16,6 | 13,6    | 10,1       | 15,6 | 21,0 | 15,6    | 6,8      | 13,2 | 26,0 | 15,3    |

же «Яхрома», «Искра», им. Кирова, «Ленинский путь», им. Жданова и им. Ленина на один гектар пашни вносилось в среднем за это же время по 2,3—5,5 т органических, по 0,5—1,40 ц минеральных удобрений и по 0,17—1,3 ц извести.

Неодинаковое количество удобрений, вносимых на поля указанных колхозов, привело к различной обеспеченности почв доступными растениям элементами питания, что можно видеть из цифровых данных таблицы 2 (см. на стр. 82).

Цифровой материал таблицы показывает, что почвы пахотных угодий в колхозах «Красный путиловец», «Новый путь», им. Ильича и «Победа» содержат большое количество доступных растениям форм фосфора, калия и имеют менее кислую реакцию среды по сравнению с почвами колхозов «Яхрома», «Искра», им. Кирова, «Ленинский путь», им. Ленина и им. Жданова.

Различная обеспеченность почв рассматриваемых колхозов элементами питания растений существенно сказалась и на урожаях зерновых, зернобобовых культур, льна, картофеля и многолетних трав. Последнее наглядно видно из таблицы 3.

Приведенные в таблице данные показывают, что в колхозах «Красный путиловец», «Новый путь», им. Ильича и «Победа» урожай зерновых и зернобобовых культур в полтора-два раза выше по сравнению с урожаями в других рассматриваемых колхозах. Средние урожай этих культур в данных колхозах достигают 15,7—21,2 ц/га, доходя в отдельные годы до 23,4 ц/га.

Урожай льна, картофеля и многолетних трав в этих колхозах также в полтора-два раза выше по сравнению с колхозами «Яхрома», «Искра», им. Кирова, «Ленинский путь», им. Ленина и им. Жданова.

Приведенные примеры наглядно показывают, что применение указанных доз органо-минеральных удобрений и извести, с учетом обеспеченности почв элементами питания, приводит к резкому увеличению урожайности и устойчивости урожаев сельскохозяйственных культур.

Несомненно, что если во всех колхозах дерново-подзолистой зоны будут применяться достаточные дозы органо-минеральных удобрений, в сочетании с известкованием, то на почвах этой зоны ежегодно можно получать высокие и устойчивые урожаи.

*П. В. Гришин*

## ГЕНЕЗИС СЛИТЫХ ПОЧВ ЧУВАШИИ

Правильное хозяйственное использование почвы невозможно без знания ее генезиса. Глубокое познание условий формирования почвы дает нам в руки ключ к более правильному подразделению земель в сельском хозяйстве и рациональному их использованию.

Однако в специальной литературе до сих пор, на наш взгляд, имеют место неразрешенные вопросы.

Так, например, различные зональные слитые почвы отождествляются с солонцеватыми почвами и даже с типичными солонцами. Это утверждение, конечно, является ошибочным.

Слитые почвы по своей природе не имеют ничего общего с солонцами и солодами. Единственно, что может, сколько либо, их объединить — это сходство их морфологических признаков.

Причиной иных морфологических признаков и некоторых особенностей физических свойств по сравнению с обычными зональными почвами служат со специфическими свойствами юрские породы.

О почвах, развитых на юрских элювиально-делювиальных отложениях в пределах Нижне-Сурской лесостепи, куда входит Чувашия, говорилось рядом исследователей.

В конце прошлого столетия при маршрутных почвенных обследованиях В. В. Докучаев [3, 4], Р. В. Ризположенский [6, 7, 8], а затем И. В. Тюрин [10, 11] и С. И. Андреев [2] в работах, посвященных изучению почвенного покрова Чувашии, указывали на наличие здесь солонцеватых почв, черноземных солонцов и подзоловидных солодей. Аналогичного мнения придерживается Н. Н. Розов [9].

В более поздних исследованиях слитые почвы Чувашии на юрских глинах к столбчатым солонцам и солодам относит П. В. Маданов [5].

Детальные исследования нами почв Чувашии показали, что слитые почвы не имеют поглощенного натрия и лишь в их некоторых горизонтах были отмечены его следы.

В работе П. В. Маданова также указывается, что поглощенный натрий во всех горизонтах почвы не превышает десятых, а иногда сотых долей  $m/экв$ .

Как видно из приведенных таблиц, слитые почвы во всех горизонтах почвенного профиля имеют слабокислую реакцию и отличаются высокой гидролитической кислотностью.

Цифровой материал таблиц 1 и 2 свидетельствует, что данные почвы не имеют ничего общего с солонцами и производными от них с солодами.

Таблица 1

## Агрохимические показатели слитых почв

| Почва                              | Горизонт       | Глубина<br>образца<br>в см | Гумус<br>в % | Обменные основания в м/экв |       |       |       | Са:Мg | Гидролит.<br>кислотн.<br>в м/экв | рН               |     |
|------------------------------------|----------------|----------------------------|--------------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|----------------------------------|------------------|-----|
|                                    |                |                            |              | Ca                         | Mg    | Na    | Сумма |       |                                  | H <sub>2</sub> O | KCl |
| Чернозем<br>выщелоченный<br>слитой | Ап             | 0-20                       | 9,22         | 39,17                      | 10,81 | нет   | 49,98 | 3,6   | 7,1                              | 6,0              | 5,6 |
|                                    | А              | 27-45                      | 6,91         | 36,47                      | 8,11  | —     | 44,58 | 4,4   | 6,1                              | 6,1              | 5,4 |
|                                    | АВ             | 45-55                      | 2,80         | 25,66                      | 8,11  | следы | 33,77 | 3,1   | 4,6                              | 6,0              | 5,4 |
|                                    | В <sub>1</sub> | 55-80                      | 1,42         | 21,61                      | 9,46  | —     | 31,07 | 2,2   | 3,2                              | 6,1              | 5,4 |
|                                    | В <sub>2</sub> | 80-110                     | 0,51         | —                          | —     | нет   | —     | —     | 0,38                             | 7,1              | 6,9 |
|                                    | ВС             | 110-130                    | 0,43         | —                          | —     | —     | —     | —     | 0,38                             | 6,8              | 6,8 |
|                                    | С              | 190-200                    | —            | —                          | —     | —     | —     | —     | 0,38                             | 6,7              | 6,7 |
| Темно-серая<br>лесная слитая       | А <sub>1</sub> | 0-23                       | 6,03         | 19,91                      | 11,16 | нет   | 31,07 | 1,7   | 9,79                             | 5,9              | 5,3 |
|                                    | В <sub>1</sub> | 23-46                      | 2,71         | 13,51                      | 17,56 | —     | 31,07 | 0,7   | 3,45                             | 6,6              | 5,6 |
|                                    | В <sub>2</sub> | 46-83                      | 0,65         | —                          | —     | —     | —     | —     | 0,28                             | 7,0              | 7,0 |
|                                    | В <sub>3</sub> | 83-115                     | 0,25         | —                          | —     | —     | —     | —     | 0,19                             | 7,1              | 7,0 |
|                                    | ВС             | 115-165                    | 0,20         | —                          | —     | —     | —     | —     | 0,19                             | 7,0              | 7,0 |
|                                    | С              | 200-210                    | —            | 23,06                      | 22,87 | —     | 45,93 | 1,0   | 0,38                             | 6,7              | 6,5 |

Результаты анализа водной вытяжки слитых почв в процентах

| Почва                              | Горизонт       | Глубина<br>образца<br>в см | Сухой<br>остаток<br>в % | Потеря от<br>прокали-<br>вания | HCO <sub>3</sub><br>(общая)<br>в % | Cl    | SO <sub>4</sub> | Ca    | Mg    |
|------------------------------------|----------------|----------------------------|-------------------------|--------------------------------|------------------------------------|-------|-----------------|-------|-------|
| Чернозем<br>выщелоченный<br>слитой | A <sub>n</sub> | 0-20                       | 0,082                   | 0,018                          | 0,009                              | 0,002 | 0,032           | 0,003 | нет   |
|                                    | A              | 27-45                      | 0,081                   | 0,056                          | 0,001                              | 0,002 | 0,031           | 0,001 | 0,002 |
|                                    | AB             | 45-55                      | 0,073                   | 0,055                          | 0,009                              | 0,004 | 0,047           | 0,001 | нет   |
|                                    | B <sub>1</sub> | 55-80                      | 0,027                   | 0,012                          | 0,007                              | 0,004 | 0,003           | 0,001 | —, —  |
|                                    | B <sub>2</sub> | 80-110                     | 0,039                   | 0,023                          | 0,034                              | 0,003 | 0,014           | 0,009 | —, —  |
|                                    | BC             | 110-130                    | 0,043                   | 0,043                          | 0,041                              | 0,002 | 0,007           | 0,006 | 0,002 |
|                                    | C              | 190-200                    | 0,046                   | 0,035                          | 0,039                              | 0,003 | 0,046           | 0,009 | нет   |
|                                    |                |                            |                         |                                |                                    |       |                 |       |       |
| Темно-серая<br>лесная слитая       | A <sub>1</sub> | 0-23                       | 0,064                   | 0,044                          | 0,009                              | 0,002 | 0,009           | 0,001 | 0,001 |
|                                    | B <sub>1</sub> | 23-46                      | 0,208                   | 0,143                          | 0,012                              | 0,002 | 0,073           | 0,002 | 0,001 |
|                                    | B <sub>2</sub> | 46-83                      | 0,340                   | 0,297                          | 0,046                              | 0,003 | 0,564           | 0,007 | 0,011 |
|                                    | B <sub>3</sub> | 83-115                     | 0,513                   | 0,486                          | 0,039                              | 0,002 | 0,342           | 0,009 | 0,001 |
|                                    | BC             | 115-165                    | 0,437                   | 0,420                          | 0,042                              | 0,003 | 0,478           | 0,007 | 0,009 |
|                                    | C              | 200-210                    | 0,754                   | 0,656                          | 0,022                              | 0,004 | 0,474           | 0,017 | 0,019 |

Бесспорно, не может быть речи и о двойном наименовании данных почв, как это делает П. В. Маданов, называя почвы осолоделыми темно-серыми слитыми или осолоделыми слитыми черноземами.

Слитые почвы Чувашии характеризуются тяжелым механическим составом и повышенным содержанием поглощенного магния.

Действительно, поглощенный магний в иллювиальных горизонтах и в материнской породе иногда занимает большее место, чем кальций.

И. Н. Антипов-Каратаев [1] и другие исследователи указывают на необходимость исследований роли магния в почвообразовании.

Учитывая вышеизложенное, мы считаем наиболее обоснованным отнести эти почвы к группе слитых почв, а не к группе солонцов и солодей.

Это позволит более правильно наметить для них основные приемы мелиорации и пути сельскохозяйственного использования.

## ЛИТЕРАТУРА

Антипов-Каратаев И. Н. Вопросы происхождения и географического распространения солонцов СССР. Мелиорация солонцов в СССР. АН СССР, М., 1953.

Андреев С. И. Почвы Чувашской республики и проблема повышения их урожайности. Чувгосиздат. Чебоксары, 1931.

Докучаев В. В. Материалы к оценке земель Нижегородской губернии. Вып. XIII. С.-Петербург, 1886.

Докучаев В. В. Материалы к оценке земель Нижегородской губернии. Вып. XIV. С.-Петербург, 1886.

Маданов П. В., Войкин Л. М., Извеков Ю. Н. Почвы со слитым профилем на юрских и нижнемеловых материнских породах Буинского черноземного района Нижне-Сурской лесостепи. Доклады II межобластной конференции почвоведов и агрохимиков Среднего Поволжья и Южного Урала, Казань, 1962.

Ризположенский Р. В. Почвы средней полосы Казанской губернии, Тетюшский уезд. Труды Общества естествоисп. при Казанском ун-те, т. XXIX, вып. 2, Казань, 1895.

Ризположенский Р. В. Понятие о почве, классификация почв и общее описание почв Казанской губернии. Труды Общества естествоисп. при Казанском ун-те, т. XXIV, вып. 6, Казань, 1901, 1892.

Ризположенский Р. В. Описание Симбирской губернии в почвенном отношении. Труды Общества естествоисп. при Казанском ун-те, т. XXXVI, вып. 2, Казань, 1901.

Розов Н. Н. Почвы Волжско-Камской лесостепной области. Почвы СССР, т. 3, АН СССР, 1939.

Тюрин И. В. Почвенные исследования в Чувашской республике. Материалы комиссии экспедиционных исследований. Вып. 10, сб. 1, АН СССР, Л., 1929.

Тюрин И. В. и др. Почвы Чувашской республики, АН СССР, М.—Л., 1935.

*Р. К. Даутов*

## **ЗАВИСИМОСТЬ СОДЕРЖАНИЯ МЕДИ И ЦИНКА В ПОЧВАХ ОТ ИХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ**

Основные закономерности содержания и распределения микроэлементов, в том числе меди и цинка в почвах, изложены в монографии А. П. Виноградова (1957). Обобщенные данные по этому вопросу приводятся в работе В. А. Ковда, И. В. Якушевской, А. Н. Тюрюканова (1959). Более детально изучено содержание и распределение меди и цинка в почвах Латвии — Я. В. Пейве и Н. Н. Иванова (1953, 1956), Украины — П. А. Власюк с сотрудниками (1964), Ярославской области — К. В. Веригина и Е. Т. Журавлева (1962), Московской области — К. В. Веригина (1964), в серых лесных почвах Башкирии — А. С. Шарова, М. П. Чмелев, Т. Е. Радцева (1963). Отдельные публикации имеются и по некоторым другим областям Союза ССР.

Работы по изучению закономерностей содержания и распределения микроэлементов в почвах Татарской АССР в широком объеме начались только в последние годы. Поэтому опубликованных данных относительно меди и цинка в почвах республики почти нет. Можно сослаться только на работы П. В. Маданова, А. П. Кудрявцевой (1962) и А. П. Кудрявцевой (1964), в которых приведены некоторые данные относительно содержания в отдельных почвах республики валовой и подвижной меди, а также влияния окультуривания почв на содержание в них подвижной меди. По цинку литературных данных не имеется. С учетом всего этого проведено изучение содержания и распределения меди и цинка в почвах Татарской АССР.

Разнообразие условий формирования почв обуславливает довольно большую их пестроту. Наибольшее распространение на территории республики имеют дерново-подзолистые, серые лесные и черноземные почвы. В настоящей работе кратко рассматриваются содержание и распределение меди и цинка в названных почвах, являющихся пахотными угодьями.

Не имея возможности привести здесь все аналитические данные по обсуждаемому вопросу, которыми мы располагаем, ограничимся лишь указанием пределов колебаний содержания меди, цинка в пахотных слоях и краткой характеристикой распределения их по генетическим горизонтам почв.

Определение меди и цинка в почвах проведено по методике, разработанной Г. Я. Ринькисом (1963). Подвижная медь определялась в вытяжке 1,0 н. HCl, а цинк — в вытяжке 1,0 н. раствора KCl.

Таблица 1

Медь и цинк в профиле дерново-подзолистых почв (в мг/кг почвы)

| № раз-<br>бна вскипания<br>в см              | Генетич. горизонт | Глубина взятия<br>образца в см | Гумус по Тюрику<br>в % | рН КС1     | Содер-<br>жание<br>частиц<br>в %<br><0,01 | М е д ь |       |                            | Ц и н к |      |                           |
|----------------------------------------------|-------------------|--------------------------------|------------------------|------------|-------------------------------------------|---------|-------|----------------------------|---------|------|---------------------------|
|                                              |                   |                                |                        |            |                                           | вал.    | подв. | подв.<br>в %<br>от<br>вал. | вал.    | обм. | обм.<br>в %<br>от<br>вал. |
| Р-2<br>вскипают горизонты В <sub>1</sub> и С | Ап                | 0-20                           | 1,44                   | 5,18       | 12,0                                      | 42,7    | 1,3   | 3,0                        | 40,0    | 0,10 | 0,2                       |
|                                              | А <sub>2</sub>    | 25-35                          | 0,20                   | 5,36       | 7,8                                       | 22,7    | сл.   | —                          | 12,0    | сл.  | —                         |
|                                              | А <sub>2</sub> В  | 40-50                          | 0,30                   | 5,53       | 63,9                                      | 43,7    | 5,0   | 11,4                       | 78,0    | 0,05 | 0,1                       |
|                                              | В <sub>1</sub>    | 62-72                          | не<br>опр.             | 6,20       | 23,6                                      | 50,7    | 1,8   | 3,6                        | 82,0    | сл.  | —                         |
|                                              | В <sub>2</sub>    | 82-92                          | "                      | 3,31       | 23,9                                      | 36,0    | 3,7   | 10,3                       | 32,5    | сл.  | —                         |
|                                              | В <sub>3</sub>    | 110-120                        | "                      | 6,40       | 42,8                                      | 51,5    | 1,6   | 3,1                        | 28,0    | сл.  | —                         |
|                                              | ВС                | 155-165                        | "                      | не<br>опр. | 7,0                                       | 55,7    | 2,9   | 5,2                        | 24,0    | сл.  | —                         |
|                                              | С                 | 190-200                        | "                      | "          | не<br>опр.                                | 55,7    | 2,3   | 4,1                        | 38,0    | сл.  | —                         |
| Р-97<br>не вскипает                          | Ап                | 0-22                           | 0,91                   | 5,97       | 14,4                                      | 20,0    | 0,5   | 2,5                        | 55,0    | 0,30 | 0,5                       |
|                                              | А <sub>2</sub>    | 27-37                          | 0,33                   | 5,94       | 11,8                                      | 20,0    | 0,2   | 1,0                        | 53,7    | сл.  | —                         |
|                                              | В <sub>1</sub>    | 60-70                          | 0,29                   | 5,89       | 26,0                                      | 30,0    | 1,2   | 4,0                        | 52,5    | 0,05 | 0,1                       |
|                                              | В <sub>2</sub>    | 110-120                        | не<br>опр.             | 5,68       | 17,7                                      | 25,0    | 0,5   | 2,0                        | 58,7    | 0,05 | 0,1                       |
|                                              | С                 | 170-180                        | "                      | не<br>опр. | 30,6                                      | 20,0    | 1,1   | 5,5                        | 57,5    | 0,15 | 0,3                       |
| Р-87<br>вскипает со 120 см                   | Ап                | 0-22                           | 2,01                   | 4,97       | 38,3                                      | 15,0    | 2,5   | 16,6                       | 65,0    | 0,65 | 1,0                       |
|                                              | А <sub>2</sub>    | 22-28                          | 0,69                   | 4,99       | 37,9                                      | 10,0    | 2,0   | 20,0                       | 55,0    | 0,25 | 0,4                       |
|                                              | А <sub>2</sub> В  | 28-38                          | 0,66                   | 4,51       | 46,7                                      | 22,5    | 0,6   | 2,6                        | 55,0    | 0,75 | 1,4                       |
|                                              | В <sub>1</sub>    | 50-60                          | не<br>опр.             | 4,55       | 57,9                                      | 27,5    | 2,8   | 10,2                       | 82,5    | 0,25 | 0,3                       |
|                                              | В <sub>2</sub>    | 95-105                         | —                      | 4,40       | 59,0                                      | 27,5    | 3,5   | 12,7                       | 60,0    | 0,05 | 0,1                       |
|                                              | ВС                | 130-140                        | —                      | не<br>опр. | 56,0                                      | 22,5    | 2,9   | 12,9                       | 60,0    | сл.  | —                         |
|                                              | С                 | 170-180                        | —                      | —          | 48,3                                      | 30      | 3,0   | 10,0                       | 51,2    | 0,05 | 0,1                       |

Дерново-подзолистые почвы. Наибольшее распространение они имеют в северных (предкамских) районах республики. Общее содержание меди в пахотных слоях этих почв колеблется от 15,0 до 42,7 мг/кг почвы, а подвижной меди — от 0,1 до 4,9 мг/кг почвы. Для цинка эти показатели соответственно составляют от 31,8 до 112,0 и от 0,1 до 0,80 мг/кг почвы.

Данные относительно распределения меди и цинка по отдельным генетическим горизонтам рассматриваемых почв приводятся в таблице 1.

Цифры этой таблицы показывают, что распределение общего содержания меди и цинка по профилю дерново-подзолистых почв характеризуется, как правило, уменьшением их количеств в подзолистом горизонте и некоторым повышением — в иллювиальном. Максимальное содержание этой формы меди обнаруживается в материнской породе. Исключение в этом отношении составляют отдельные разрезы, представленные почвами супесчаного или песчаного механического состава. Наибольшее содержание меди обнаруживается в их иллювиальных горизонтах. Эти же горизонты дерново-подзолистых почв, независимо от механического состава почвы, отличаются наибольшим содержанием валового цинка.

Основным фактором, определяющим общее содержание меди и цинка в отдельных генетических горизонтах профиля почвы, является их количество в почвообразующей породе. Сравнительно высоким содержанием меди отличаются почвы, развитые на богатых ею пермских породах. Подтверждением сказанному могут служить данные, относящиеся к разрезу № 2; материнской породой для этой почвы служат пестроцветные пермские отложения.

Содержание валового цинка, в отличие от меди, в пахотных слоях дерново-подзолистых почв в большинстве случаев выше, чем в материнской породе.

Как указывалось выше, содержание подвижной меди в пахотных горизонтах рассматриваемых почв колеблется в значительных пределах. Особенно мало ее в почвах легкого механического состава. При рассмотрении распределения этой формы меди по профилю почв видно, что наименьшим содержанием ее отличаются оподзоленные горизонты. В этих горизонтах почв легкого механического состава иногда обнаруживаются только следы подвижной меди. Максимальное содержание подвижной меди, как правило, приходится на иллювиальные горизонты. Наибольшей подвижностью меди отличаются почвы суглинистого механического состава.

Повышенное количество обменного цинка в профиле дерново-подзолистых почв обнаруживается, как правило, в их пахотных слоях. В нижележащих горизонтах содержание его довольно резко падает. Характер распределения этой формы цинка по профилю рассматриваемых почв определяется, прежде всего, механическим составом профиля почвы и ее реакцией.

Подвижность цинка, как и меди, в почвах суглинистого механического состава выше, чем в песчаных или супесчаных почвах.

Серые лесные почвы. Как и дерново-подзолистые почвы, наибольшее распространение они имеют в северных районах республики. Но в комплексе с другими почвами занимают значительные площади и в других районах.

Серые лесные почвы на территории республики представлены светло-серыми, серыми и темно-серыми подтипами. Количество валовой меди в пахотных слоях серых лесных почв составляет от 10,0 до 38,7 мг/кг почвы, а подвижный — 0,9—8,2 мг/кг почвы. Содержание цинка в этих почвах соответственно выражается следующими цифрами: от 20,0 до 115,0 и от следов до 0,60 мг/кг почвы.

О содержании и распределении меди и цинка в профиле серых лесных почв можно судить по данным таблицы 2.

Из цифр таблицы 2 видно, что максимум валовой меди в профиле серых лесных почв в большинстве случаев приходится на иллювиальный горизонт. Количество этой формы меди в светло-серых лесных почвах

Медь и цинк в профиле серых лесных почв (в мг/кг почв)

| Почва                                               | Генетические гориз. | Глубина взятия образца в см | Гумус по Тюрину в % | рН КС1 | Содержание частиц <0,01 в % | Медь   |          |                        | Цинк   |        |                        |
|-----------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|--------|-----------------------------|--------|----------|------------------------|--------|--------|------------------------|
|                                                     |                     |                             |                     |        |                             | валов. | подвижн. | подвижн. в % от валов. | валов. | обмен. | обмен. в % от валового |
| Светло-серая<br>ср. суглин.<br>Р-10<br>Не вскрыт.   | Au                  | 0-20                        | 2,83                | 5,76   | 36,5                        | 31,5   | 3,8      | 12,1                   | 72,0   | 0,25   | 0,3                    |
|                                                     | B <sub>1</sub>      | 45-55                       | 0,54                | 5,15   | 42,3                        | 37,0   | 2,3      | 6,2                    | 44,0   | 0,10   | 0,2                    |
|                                                     | B <sub>2</sub>      | 68-78                       | 0,60                | 5,08   | 59,3                        | 32,0   | 4,0      | 12,5                   | 52,0   | 0,20   | 0,4                    |
|                                                     | BC                  | 140-150                     | —                   | 4,66   | 58,9                        | 32,5   | 5,6      | 17,2                   | 65,0   | 0,30   | 0,5                    |
|                                                     | C                   | 180-190                     | —                   | —      | 58,6                        | 24,6   | 7,4      | 30,1                   | 65,0   | 0,25   | 0,4                    |
| Серая<br>ср. суглин.<br>Р-103<br>Вск. со 183 см     | Au                  | 0-20                        | 3,65                | 5,90   | 39,2                        | 30,0   | 4,9      | 16,3                   | 63,7   | 0,25   | 0,4                    |
|                                                     | A <sub>2</sub> B    | 22-32                       | 0,94                | 5,80   | 42,0                        | 30,0   | 5,1      | 17,0                   | 43,7   | 0,20   | 0,4                    |
|                                                     | B <sub>1</sub>      | 40-50                       | 0,55                | 5,50   | 49,6                        | 30,0   | 2,8      | 9,3                    | 43,7   | 0,20   | 0,4                    |
|                                                     | B <sub>2</sub>      | 75-85                       | 0,61                | 4,80   | 43,2                        | 42,5   | 3,9      | 9,2                    | 43,7   | 0,25   | 0,6                    |
|                                                     | B <sub>3</sub>      | 105-115                     | —                   | 4,75   | 40,3                        | 35,0   | 6,2      | 18,0                   | 51,2   | —      | —                      |
|                                                     | BC                  | 150-160                     | —                   | 5,05   | 39,0                        | 35,0   | 3,9      | 11,1                   | 50,0   | 0,25   | 0,5                    |
|                                                     | C                   | 190-200                     | —                   | —      | 37,7                        | 35,0   | 4,0      | 11,4                   | 53,7   | 0,10   | 0,2                    |
| Темно-серая<br>глинистая<br>Р-116<br>Вск. со 137 см | Au                  | 0-30                        | 7,25                | 5,56   | 52,7                        | 35,0   | 4,9      | 14,0                   | 48,7   | 0,10   | 0,2                    |
|                                                     | A <sub>2</sub> B    | 32-42                       | 2,66                | 5,79   | 58,7                        | 37,5   | 4,0      | 10,7                   | 37,5   | 0,10   | 0,3                    |
|                                                     | B <sub>1</sub>      | 55-65                       | 0,94                | 5,49   | 56,4                        | 32,5   | 4,0      | 12,3                   | 37,5   | 0,05   | 0,1                    |
|                                                     | B <sub>2</sub>      | 85-95                       | 0,67                | 5,44   | 57,9                        | 30,0   | 4,0      | 13,3                   | 31,2   | 0,10   | 0,3                    |
|                                                     | B <sub>3</sub>      | 115-125                     | —                   | 5,27   | 54,1                        | 30,0   | 5,0      | 16,6                   | 38,7   | 0,15   | 0,4                    |
|                                                     | C                   | 170-180                     | —                   | —      | 48,4                        | 35,0   | 5,4      | 15,4                   | 35,0   | сл.    | —                      |

чаще всего в материнской породе меньше, чем в гумусовом горизонте, а в серых и темно-серых лесных почвах — наоборот.

Наиболее высоким общим содержанием цинка отличаются, как правило, пахотные слои рассматриваемых почв. Это свидетельствует о биологической аккумуляции цинка в их гумусовом горизонте. Содержание этой формы цинка в профиле почв определяется его количеством в материнской породе.

Среди серых лесных почв наиболее обеспеченными подвижной медью являются серые и темно-серые подтипы их. Рассматриваемые почвы, особенно темно-серые лесные, отличаются низкой степенью обеспеченности обменным цинком.

**Черноземные почвы.** Они занимают основную площадь Предволжских и закамских районов республики и представлены оподзоленными, выщелоченными, обыкновенными, карбонатными и луговыми черноземами. Общее содержание меди в пахотных слоях названных почв составляет от 11,5 до 52,5 мг/кг почвы, а подвижной меди — от 1,7 до 8,9 мг/кг почвы. Содержание цинка в этом слое почв соответственно характеризуется следующими цифрами: от 28,1 до 107,5 и от следов до 0,30 мг/кг почвы.

Содержание и распределение меди и цинка по генетическим горизонтам различных черноземов иллюстрируется таблицей 3, в которую включены типичные разрезы наиболее распространенных черноземных почв.

Из цифр таблицы 3 видно, что среди рассматриваемых черноземных почв наибольшим содержанием валовой меди в пахотном слое отличаются карбонатные черноземы.

Распределение общих количеств меди и цинка в профиле рассматриваемых почв характеризуется повышенным содержанием их в горизонтах А<sub>1</sub>, АВ и В (выщелоченные черноземы). Только в редких случаях максимальное содержание меди и цинка обнаруживается в пахотном слое. Очень редко максимум цинка приходится на материнскую породу.

В отличие от дерново-подзолистых почв, черноземные почвы, исключая карбонатные черноземы, характеризуются более равномерным распределением по их профилю указанных форм меди и цинка. Для карбонатных черноземов характерна довольно резко выраженная биологическая аккумуляция меди в верхних слоях профиля почвы. Относительно цинка такого явления не наблюдается, и поэтому его содержание в нижних слоях профиля почвы значительно выше, чем в верхних.

Количество подвижной меди в абсолютном большинстве случаев в почвообразующих породах больше, чем в пахотном слое. Наибольшей подвижностью меди в пахотном слое отличаются выщелоченные, а наименьшей — карбонатные. Выщелоченные черноземы характеризуются повышенной, по сравнению с другими черноземами, подвижностью в них и цинка. Черноземные почвы, исключая карбонатные, являются среднеобеспеченными подвижной медью, а последние отличаются низкой степенью обеспеченности ею.

Черноземные почвы, особенно карбонатные и обыкновенные, характеризуются очень низкой степенью обеспеченности обменным цинком. В нижних слоях профиля почвы обнаруживаются только следы этой формы цинка.

Микроэлементы в последнее время все более широкое применение находят в сельском хозяйстве. Они применяются как в растениеводстве, так и в животноводстве. Большие успехи в применении микроэлементов в сельском хозяйстве достигнуты на Украине и в Латвии.

Разумное применение микроэлементов в сельском хозяйстве может быть обеспечено только при условии детального изучения содержания доступных растениям форм тех или иных элементов в почвах. Учитывая

Медь и цинк в профиле черноземных почв (в мг/кг почвы)

| Почва                                                  | Генетические горизонты | Глубина взятия образца в см | Гумус по Тюрину в % | рН Н <sub>2</sub> O | Содержание частиц <0,01 в % |      | Медь   |         | Цинк                |        |                             |
|--------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------|---------------------|-----------------------------|------|--------|---------|---------------------|--------|-----------------------------|
|                                                        |                        |                             |                     |                     |                             |      | валов. | подвиж. | подв. в % от валов. | валов. | обмен. обмен. в % от валов. |
| Чернозем выщелочен. глинист. Р-82 Вск. с 92 см         | A <sub>n</sub>         | 0-26                        | 8,43                | 6,72                | 63,8                        | 20,0 | 3,3    | 16,5    | 41,0                | 0,15   | 0,3                         |
|                                                        | A <sub>1</sub>         | 37-47                       | 6,24                | 6,68                | 65,0                        | 18,0 | 1,9    | 10,5    | 43,0                | 0,15   | 0,3                         |
|                                                        | AB                     | 62-72                       | 4,33                | 6,97                | —                           | 20,0 | 2,5    | 12,5    | 41,0                | 0,05   | 0,1                         |
|                                                        | B <sub>1</sub>         | 79-89                       | 2,05                | 7,74                | 62,7                        | 22,0 | 3,5    | 16,0    | 42,0                | сл.    | —                           |
|                                                        | B <sub>2</sub>         | 103-113                     | —                   | 8,13                | —                           | 24,0 | 5,6    | 23,3    | 43,0                | 0,05   | 0,1                         |
|                                                        | BC                     | 138-148                     | —                   | 8,18                | 52,2                        | 24,0 | 4,5    | 18,8    | 41,0                | сл.    | —                           |
|                                                        | C                      | 170-180                     | —                   | 8,25                | 53,6                        | 18,0 | 4,5    | 25,0    | 39,0                | 0,05   | 0,1                         |
| Чернозем обыкновенный ср. суглинист. Р-69 Вск. с 50 см | A <sub>n</sub>         | 0-22                        | 5,65                | 7,22                | 40,7                        | 28,7 | 3,1    | 10,8    | 62,1                | 0,05   | 0,1                         |
|                                                        | A <sub>1</sub>         | 40-50                       | 4,38                | 7,70                | 39,2                        | 30,0 | 3,1    | 10,3    | 64,0                | сл.    | —                           |
|                                                        | A <sub>2</sub>         | 65-75                       | 3,25                | 8,0                 | 36,5                        | 30,0 | 2,7    | 9,0     | 69,6                | сл.    | —                           |
|                                                        | AB                     | 95-105                      | 2,36                | 8,13                | 33,8                        | 37,5 | 3,6    | 9,6     | 65,0                | сл.    | —                           |
|                                                        | BC                     | 117-127                     | —                   | 8,19                | 32,4                        | 35,0 | 3,1    | 9,0     | 61,3                | 0,10   | 0,2                         |
|                                                        | C                      | 140-150                     | —                   | 8,11                | 35,8                        | 30   | 3,5    | 11,7    | 63,7                | 0,05   | 0,1                         |
| Чернозем карбон. тяжел. сугл. Р-45                     | A <sub>n</sub>         | 0-21                        | 7,70                | 8,16                | 45,5                        | 41,2 | 3,0    | 7,3     | 54,3                | 0,10   | 0,2                         |
|                                                        | A <sub>1</sub>         | 30-40                       | 5,17                | 8,13                | 41,8                        | 45,0 | 1,7    | 3,8     | 51,2                | 0,10   | 0,2                         |
|                                                        | AB                     | 65-75                       | 2,34                | 8,28                | 38,2                        | 42,5 | 0,5    | 1,2     | 88,7                | сл.    | —                           |
|                                                        | BC                     | 110-120                     | 0,67                | 8,33                | 35,5                        | 27,5 | 4,5    | 16,4    | 70,0                | сл.    | —                           |
|                                                        | C                      | 170-180                     | —                   | 8,51                | 29,6                        | 25,0 | 4,5    | 18,0    | 71,2                | сл.    | —                           |

это обстоятельство, мы составили картограммы содержания в почвах республики доступных растениям форм меди и цинка.

Группировка почв Татарской АССР по содержанию в них доступных растениям форм меди и цинка приведена в таблице 4.

Таблица 4

| Обеспеченность поч-<br>вы микроэлементами | Содержание доступных растениям форм<br>микроэлементов в мг на кг почвы |           |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------|
|                                           | Медь                                                                   | Цинк      |
| Очень низкая . . . . .                    | < 1,5                                                                  | < 0,1     |
| Низкая . . . . .                          | 1,6—3,5                                                                | 0,11—0,20 |
| Средняя . . . . .                         | 3,6—5,0                                                                | > 0,20    |
| Высокая . . . . .                         | > 5,0                                                                  | —         |

Очень низкой и низкой степенью обеспеченности доступными растениям формами меди характеризуются дерново-подзолистые и светло-серые лесные почвы и карбонатные черноземы. Около 80% сельхозугодий республики представлены почвами с очень низкой и низкой степенью обеспеченности обменным цинком. Почв, богатых по содержанию цинка, нашими исследованиями не обнаружено; только единичные представители дерново-подзолистых почв содержат его до 0,8 мг на 1 кг почвы. Названные выше картограммы Министерством сельского хозяйства Татарской АССР приняты для практического использования.

\*  
\*   \*  
\*

Содержание меди и цинка (валовых и подвижных) в почвах Татарской АССР колеблется в довольно широких пределах и находится в тесной связи с условиями формирования почв. Основные факторы, определяющие содержание и распределение указанных микроэлементов в профиле почв — это вещественный состав материнских пород, реакция почвы и ее механический состав.

Дерново-подзолистые почвы, отличающиеся глубоким разрушением минералов, характеризуются по сравнению с другими почвами более резкой дифференциацией их профиля по содержанию меди и цинка в отдельных генетических горизонтах.

Составленные картограммы содержания доступных растениям форм меди и цинка позволяют утверждать, что применение указанных микроэлементов в растениеводстве на значительной части территории республики является перспективным мероприятием. Такой вывод подтверждается некоторыми опытными данными, полученными в условиях Татарской АССР.

#### ЛИТЕРАТУРА

Веригина К. В. и Журавлева Е. Г. Микроэлементы в почвах и породах области (цинк, кобальт и медь). В кн. «Микроэлементы в почвах Ярославской области». Изд. АН СССР, 1962.

Веригина К. В. Цинк, медь, кобальт в почвах Московской области. В кн. «Микроэлементы в некоторых почвах СССР», изд. «Наука», 1964.

Виноградов А. П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. Изд. АН СССР, 1957.

Власюк П. А. и др. Содержание микроэлементов в почвах Украинской ССР. Изд. «Наукова думка», 1964.

Ковда В. А., Якушевская И. В., Тюрюканов А. Н. Микроэлементы в почвах Советского Союза. Изд. МГУ, 1959.

Кудрявцева А. П. Влияние окультуривания почв на содержание подвижной меди. В кн. «Окультурирование и рациональное использование почв и удобрений». Изд. Казанского университета, 1964.

Маданов П. В., Кудрявцева А. П. Содержание валовой и подвижной меди в некоторых почвах Татарской республики. В кн. «Микроэлементы и естественная радиоактивность почв». Изд. Ростовского ун-та, 1962.

Пейве Я. В. и Иванова Н. Н. Содержание цинка в почвах Латвийской ССР. В кн. «Микроэлементы в сельском хозяйстве и медицине». Изд. АН Латв. ССР, 1956.

Пейве Я. В. и Иванова Н. Н. О содержании и методах определения меди в почвах Латвийской ССР. Почвоведение, № 11, 1953.

Ринькис Г. Я. Методы ускоренного колориметрического определения микроэлементов в биологических объектах. Изд. АН Латв. ССР, 1963.

Шарова А. С., Чмелев М. П., Радцева Г. Е. Микроэлементы — медь, цинк, кобальт, молибден, марганец и бор в серых лесных почвах Башкирии. В кн. «Серые лесные почвы Башкирии», Уфа, 1963.

*А. В. Колоскова*

## КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ АГРЕГАТОВ ЛЕСОСТЕПНЫХ ПОЧВ

Структура почвы имеет весьма важное агрономическое значение как один из факторов, определяющих водно-воздушные и тепловые свойства почв, а следовательно, их биологическую активность и пищевой режим, а также противоэрозионную устойчивость. Изучению почвенной структуры посвящено большое количество исследований отечественных и зарубежных авторов (Алов А. С., 1960; Андрианов П. И., 1947; Антипов-Каратаев И. Н. и др., 1948; Ахромейко А. И., 1930; Бараков П. Ф., 1903; Бурлакова Л. М., 1959; Буров Д. И., 1951; 1953, 1954, 1965; Вершинин П. В., 1948, 1953, 1958; Виленский Д. Г., 1937, 1945; Вильямс В. Р., 1947; Винокуров М. А. и др., 1959, 1962, 1964; Высоцкий Г. Н., 1933; Владыченский С. А., 1939, 1949; Гапон Е. Н., 1937; Гедройц К. К., 1926, 1933; Гельцер Ф. Ю., 1940, 1943, 1949; Докучаев В. В., 1892, 1899, 1901; Дояренко А. Г., 1926; Захаров С. А., 1927; Качинский Н. А., 1931, 1933, 1947, 1958, 1962; Кварацхелия Н. Т., 1951; Колоскова А. В. и др., 1959, 1960, 1961, 1964, 1965, 1966; Костычев П. А., 1908, 1940, 1951; Мишустин Е. Н., 1956; Саввинов Н. И., 1931, 1933, 1935, 1936; Сидери Д. И., 1936, 1938; Соколовский, 1933; Польский М. Н., 1949, 1952; Пономарева С. И., 1949, 1952; Ревут И. Б., 1960, 1964; Рубашов А. Б., 1949; Рудаков К. И., 1951; Рыжов С. Н., 1937; Тайчинов С. Н., 1963; Тюлин А. Ф., 1928, 1933, 1937, 1943, 1946, 1954, 1955, 1958; Францесон В. А., 1955; Allison L. E., 1952; Bayer L. D., 1942; Emerson W., 1956; Kubiena W., 1938; Low A. I., 1954; Russel E. W., 1938, 1955; Schubler G., 1838; Schumacher W., 1864; Sekera F., 1955; Wollny E., 1878—1898). Вопросы структурообразования неоднократно рассматривались на международных, все-союзных и региональных совещаниях, конференциях и съездах почвоведов.

Неослабевающий интерес к названной проблеме обусловлен той важной ролью, какую играет структура при агрономической оценке почв, с одной стороны, и недостаточной изученностью ее качественных особенностей, процессов ее формирования, оптимальных в агрономическом смысле ее размеров в различных физико-географических и почвенных условиях, с другой.

Структура почвы, наряду с механическим составом, является одним из главных факторов, определяющих строение как отдельных генетических горизонтов, так и почвенного профиля в целом. От водопрочности и механической прочности почвенных агрегатов, от их формы, размеров, химического и минералогического состава зависит простран-

ственное размещение твердой, жидкой и газообразной фаз почвы в единице объема. Очевидно, тесная зависимость строения почвы от ее структуры послужила основанием для некоторых исследователей к обобщению этих двух понятий (П. А. Костычев, 1908; А. Г. Дояренко, 1926). Нам такое обобщение представляется неправильным, так как, будучи сложными близкими по размерам структурными отдельностями при их различном химическом и минералогическом составе, почвы будут различаться по своему строению (например, серые и коричневые лесные). Особенно ясно это различие в строении будет проявляться в разные по увлажнению сезоны и годы. Последнее связано с различной гидратируемостью, набухаемостью, усадкой и т. д. минеральных, органических и органо-минеральных компонентов почвы, составляющих агрегат, а также с различной водопрочностью самих агрегатов. Мы считаем целесообразным разграничивать понятия «строение почвы» и «структура» и учитывать при этом, что структура — один из главнейших факторов, определяющих строение почв.

В одной из работ Д. И. Буров (1965) дает сводку современных представлений о строении и структурном составе почв и предлагает терминологию связанных с этим понятий. Два из предлагаемых им понятий — «агрегатность» (процесс, при котором идет одновременное образование и разрушение агрегатов) и «структурность» (процесс, при котором идет одновременно образование и разрушение структурных отдельностей), с нашей точки зрения, неудачны, так как эти понятия (термины) выражают не сам процесс, а дают представление о его результативности. Диапазон отдельностей, относимых Д. И. Буровым к макроструктуре (0,25—10 мм), очевидно, целесообразно расширить, указав, что отдельности крупнее 10 мм, как правило, не являются агрономически ценными. Выводы Д. И. Букова (1951, 1953, 1954), В. А. Францессона (1955, 1959) и др. исследователей о том, что оптимальными размерами структурных отдельностей для значительной части типов, подтипов и видов почв востока Русской равнины следует считать интервал 0,25—3 мм, а не 1—10 мм, как полагал В. Р. Вильямс (1947), вполне справедливы.

В. А. Францессон (1955) пишет: «При распашке целинных и залежных почв происходит частичное разрушение их структуры. В частности уменьшается количество водопрочных комков размером от 1 до 10 мм. Однако, несмотря на это, в черноземных почвах при правильной обработке сохраняется большое количество мелких водопрочных агрегатов — от 1 до 0,05 мм, которые также способны придавать пахотному горизонту старопашотных черноземных почв строение благоприятное для питания и роста культурных растений» (стр. 28).

При наличии в почве большого количества структурных отдельностей крупнее 3 мм ухудшается ее водный режим, так как создаются благоприятные условия для «выдувания» влаги.

Физико-химические и агрономические свойства почвенной структуры определяются генетическими особенностями почв и физико-географическими условиями зоны их распространения, распределением почв по элементам рельефа, интенсивностью протекания биохимических процессов, биологическими особенностями возделываемых растений и хозяйственным воздействием человека (обработка, применение удобрений и др.). В результате сочетания перечисленных условий формируются агрегаты, обладающие различными свойствами и строением.

Волжско-Камская лесостепь характеризуется большой пестротой и своеобразием почвенного покрова. Изучение качественных особенностей структуры почв этого региона представляет теоретический и практический интерес. Изложение части материалов, полученных при изучении

структуры различных почв названной территории, является предметом настоящего сообщения.

В литературе высказаны различные точки зрения о механическом и химическом составе агрегатов разного размера. Некоторые авторы считают, что с уменьшением размеров агрегатов в них увеличивается содержание гумуса, подвижных фракций гумусовых веществ и уменьшается количество логлощенных оснований (И. Н. Антипов-Каратаев с сотрудниками, 1948; М. А. Винокуров и Е. И. Иванова, 1959; А. В. Колоскова, Р. Х. Акбердина, 1959; А. В. Колоскова, Г. Н. Щукина, 1961), другие придерживаются противоположной точки зрения (А. Б. Рубашов, 1949; Д. В. Хан, 1957). Отмеченное расхождение во взглядах, по-видимому, связано с некоторыми особенностями объектов, изучавшихся разными авторами.

С целью уточнения этого вопроса мы произвели изучение механического состава, физико-химических свойств, строения и водопрочности агрегатов некоторых почв обширной Волжско-Камской лесостепи.

Таблица 1

Механический состав водопрочных агрегатов  
(% на абсолютно-сухую навеску)

| Разрез,<br>горизонт,<br>почва | Размер<br>агрегатов<br>мм | Содержание                    |                               | Разрез,<br>горизонт,<br>почва | Размер<br>агрегатов<br>мм | Содержание                    |                          |
|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|--------------------------|
|                               |                           | физи-<br>чес-<br>кой<br>глины | илова-<br>той<br>фрак-<br>ции |                               |                           | физи-<br>чес-<br>кой<br>глины | илова-<br>той<br>фракции |
| Выщелоченный чернозем         | 9. А <sub>п</sub> 0—29    | 1—0,5                         | 62,02                         | 15. А <sub>п</sub> 0—20       | 2—1                       | 55,18                         | 32,68                    |
|                               |                           | 0,5—0,25                      | 62,25                         |                               | 1—0,5                     | 55,28                         | 35,08                    |
|                               |                           | <0,25                         | 58,03                         |                               | 0,5—0,25                  | 51,88                         | 35,70                    |
|                               | А <sub>1</sub> 29—46      |                               |                               |                               | <0,25                     | 49,28                         | 30,98                    |
|                               |                           | 3—1                           | 62,24                         | А <sub>1</sub> 25—35          | 2—1                       | 53,12                         | 33,24                    |
|                               |                           | 1—0,5                         | 69,39                         |                               | 1—0,5                     | 54,91                         | 34,86                    |
|                               |                           | 0,5—0,25                      | 65,20                         |                               | 0,5—0,25                  | 51,89                         | 34,00                    |
|                               |                           | <0,25                         | 59,41                         |                               | <0,25                     | 48,88                         | 31,36                    |
|                               | АВ 46—59                  | 3—1                           | 62,74                         | А <sub>1</sub> 42—52          | 2—1                       | 53,84                         | 35,34                    |
|                               |                           | 1—0,5                         | 65,61                         |                               | 1—0,5                     | 56,35                         | 35,80                    |
|                               |                           | 0,5—0,25                      | 65,50                         |                               | 0,5—0,25                  | 55,22                         | 35,07                    |
|                               |                           | <0,25                         | 53,66                         |                               | <0,25                     | 49,51                         | 32,47                    |
| Обыкновенный чернозем         | В 59—70                   | 3—1                           | 58,40                         | АВ 60—70                      | 2—1                       | 53,77                         | 34,11                    |
|                               |                           | 1—0,5                         | 60,38                         |                               | 1—0,5                     | 53,51                         | 34,65                    |
|                               |                           | 0,5—0,25                      | 60,59                         |                               | 0,5—0,25                  | 54,85                         | 36,28                    |
|                               |                           | <0,25                         | 55,07                         |                               | <0,25                     | 47,27                         | 33,49                    |
| Карбонатный чернозем          | 8. А <sub>п</sub> 0—20    | 3—2                           | 43,73                         | 420. А <sub>п</sub> 0—20      | 1—0,5                     | 65,47                         | 37,36                    |
|                               |                           | 2—1                           | 46,69                         |                               | 0,5—0,25                  | 61,21                         | 37,93                    |
|                               |                           | 1—0,5                         | 51,75                         |                               | <0,25                     | 56,47                         | 31,10                    |
|                               |                           | 0,5—0,25                      | 48,02                         | АВ 22—32                      | 3—1                       | 63,66                         | 37,20                    |
|                               |                           | <0,25                         | 43,15                         |                               | 1—0,5                     | 66,78                         | 37,96                    |
|                               | А <sub>1</sub> 25—35      | 3—2                           | 42,85                         |                               | <0,25                     | 62,60                         | 31,97                    |
|                               |                           | 2—1                           | 45,83                         | В <sub>1</sub> 32—42          | 3—1                       | 59,91                         | 33,43                    |
|                               |                           | 1—0,5                         | 46,07                         |                               | 1—0,5                     | 62,46                         | 33,75                    |
|                               |                           | 0,5—0,25                      | 45,85                         |                               | <0,25                     | 56,01                         | 30,33                    |
|                               |                           | <0,25                         | 40,48                         |                               |                           |                               |                          |
| Коричнево-серая               | АВ 45—55                  | 3—2                           | 33,92                         |                               |                           |                               |                          |
|                               |                           | 2—1                           | 35,37                         |                               |                           |                               |                          |
|                               |                           | 1—0,5                         | 37,05                         |                               |                           |                               |                          |
|                               |                           | 0,5—0,25                      | 35,65                         |                               |                           |                               |                          |
|                               |                           | <0,25                         | 33,88                         |                               |                           |                               |                          |

Из таблицы 1 видно, что количество иловатой фракции и особенно физической глины оказывается максимальным в водопрочных агрегатах размером от 1 до 0,5 мм и несколько меньшим в агрегатах от 0,5 до 0,25 мм. С увеличением и уменьшением диаметра агрегатов количество названных компонентов уменьшается, причем в последнем случае особенно резко. Содержание крупного и мелкого песка наибольшим оказалось во фракции мельче 0,25 мм. Отмеченное объясняется тем, что фракция <0,25 мм представлена как мелкими агрегатами, так и распыленной частью почвы — неагрегированной пылью и песком. По И. Н. Антипову-Каратаеву с сотрудниками (1948), количество иловатой фракции для ряда почв (темно-серая лесная, тилличный чернозем, бурая субальпийская, бурая старопашотная и др.) также заметно уменьшается в агрегатах <0,25 мм. Преимущественное обогащение физической глиной и илом водопрочных агрегатов размером от 1 до 0,25 мм, по-видимому, связано с тем, что при образовании более крупных агрегатов (3—2 и 2—1 мм) под влиянием процессов коагуляции и слипания происходит более интенсивный «захват» песчаной фракции, чем при формировании только что названных относительно мелких агрегатов.

Ознакомление с данными таблицы 2 показывает, что химический состав водопрочных агрегатов разного размера также неодинаков. Распределение гумуса в агрегатах, выделенных из различных почв (обыкновенный и выщелоченный черноземы, коричнево-серая, серая, светло-серая и дерново-слабоподзолистая почвы), подчинено определенной закономерности. Его количество увеличивается с уменьшением размера агрегата. Параллельно гумусу изменяется содержание подвижного железа в агрегатах, т. е. оно также увеличивается с уменьшением их размера. Противоположный гумусу характер распределения по фракциям агрегатов наблюдается для поглощенных оснований. Количество их возрастает с увеличением размера агрегатов. Взаимнопротивоположное распределение гумуса и поглощенных оснований в агрегатах разного размера не является случайным. Оно связано с различием в них группового состава микроагрегатов (по Тюлину), что нашло подтверждение в исследованиях М. А. Винокурова с Е. И. Ивановой (1959) и А. В. Колосковой (1960). Распределение валового кремнезема и суммы полуторных окислов в зависимости от размера агрегатов также подчинено определенной закономерности. Количество первого находится в обратной зависимости от их размера, содержание же вторых — в прямой. Такое распределение кремнезема и полуторных окислов хорошо согласуется с механическим составом различных по размеру агрегатов (как уже отмечалось, содержание фракций физической глины и ила уменьшается в агрегатах <0,25 мм). Аналогично полуторным окислам изменяется валовый фосфор. Менее ясным является поведение валового кальция, количество которого увеличивается с уменьшением размера агрегатов, т. е. изменяется противоположно сумме поглощенных оснований, полуторных окислов и фосфора.

Различие химического состава водопрочных агрегатов разного размера находит свое объяснение в групповом составе содержащихся в них микроагрегатов. Изучение группового состава микроагрегатов в почвах связано с именем А. Ф. Тюлина. Названный исследователь обратил особое внимание на роль полуторных окислов в образовании структуры (1928, 1933, 1938, 1939). Он установил, что плодородие почв в значительной степени зависит не только от размера слагающих почвенную массу агрегатов, но и от качества этих агрегатов или их группового состава (1937, 1946, 1958). А. Ф. Тюлин пришел к выводу о наличии различных условий образования агрегатов в отдельных «микроразонах» почвы — прикорневых и межкорневых (1946, 1954, 1955, 1958) — и предложил

Химический состав водопрочных агрегатов разного размера

| Почва                                                          | Разрез         | Горизонт и глубина образца | Размер агрегатов, мм | Гумус, % | Сумма поглощенных оснований, м/эка | Подвижное железо по Кирсанову мг/100 г | Валовые, %       |                               |      |                               |
|----------------------------------------------------------------|----------------|----------------------------|----------------------|----------|------------------------------------|----------------------------------------|------------------|-------------------------------|------|-------------------------------|
|                                                                |                |                            |                      |          |                                    |                                        | SiO <sub>2</sub> | R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
| Обыкновенный чернозем; Куйбышевский район                      | 1              | Ап 0—24                    | 3—1                  | 6,68     | 49,12                              | 10,20                                  | 59,40            | 18,35                         | 1,34 | 0,158                         |
|                                                                |                |                            | 1—0,25               | 7,09     | 49,12                              | 10,36                                  | 60,57            | 17,74                         | 1,65 | 0,135                         |
|                                                                |                |                            | <0,25                | 7,40     | 46,36                              | 13,48                                  | 62,30            | 16,80                         | 1,82 | 0,106                         |
|                                                                |                | AB 40—58                   | 3—1                  | 3,13     | слабо вскип.                       | 10,50                                  | 62,14            | 20,47                         | 1,61 | 0,138                         |
|                                                                |                |                            | 1—0,25               | 3,13     | —                                  | 10,78                                  | 63,14            | 20,10                         | 1,95 | 0,135                         |
|                                                                |                |                            | <0,25                | 3,75     | —                                  | 11,24                                  | 63,50            | 19,20                         | 2,01 | 0,094                         |
|                                                                |                | B 58—81                    | 3—1                  | 1,98     | вскипает                           |                                        | 58,46            | 18,51                         | 5,71 | 0,131                         |
|                                                                |                |                            | 1—0,25               | 2,19     | —                                  |                                        | 60,09            | 16,20                         | 6,22 | 0,112                         |
|                                                                |                |                            | <0,25                | 2,19     | —                                  |                                        | 62,20            | 14,60                         | 6,26 | 0,091                         |
|                                                                |                |                            |                      |          |                                    |                                        |                  |                               |      |                               |
| Серая лесная; Верхнеусловский ГСУ                              | 3              | Ап 0—22                    | 3—1                  | 3,90     | 27,56                              | 7,74                                   | 71,09            | 15,88                         | 1,13 | 0,107                         |
|                                                                |                |                            | 1—0,25               | 4,17     | 25,60                              | 9,45                                   | 71,73            | 15,45                         | 1,55 | 0,083                         |
|                                                                |                |                            | <0,25                | 4,00     | 24,04                              | 12,93                                  | 72,90            | 15,00                         | 1,60 | 0,078                         |
|                                                                |                | AB 22—37                   | 3—1                  | 1,67     | 22,84                              | 21,74                                  | 70,35            | 17,81                         | 0,97 | 0,081                         |
|                                                                |                |                            | 1—0,25               | 1,66     | 20,48                              | 20,73                                  | 74,31            | 16,43                         | 1,53 | 0,063                         |
|                                                                |                |                            | <0,25                | 1,60     | 17,36                              | 24,84                                  | 77,40            | 15,40                         | 1,45 | 0,056                         |
|                                                                |                | B <sub>1</sub> 37—47       | 3—1                  | 1,04     | 20,88                              | 25,48                                  | 70,09            | 21,77                         | 0,89 | 0,085                         |
|                                                                |                |                            | 1—0,25               | 1,04     | 19,32                              | 42,40                                  | 70,19            | 20,43                         | 1,19 | 0,075                         |
|                                                                |                |                            | <0,25                | 1,30     | 15,00                              | 45,94                                  | 77,10            | 19,00                         | 1,94 | 0,058                         |
|                                                                |                |                            |                      |          |                                    |                                        |                  |                               |      |                               |
| Дерново-силопольнолистная, окультуренная; Зеленодольский район | 1 <sup>a</sup> | Ап 0—24                    | 3—1                  | 1,40     | 9,92                               | 15,96                                  | 80,13            | 17,00                         | 1,02 | 0,099                         |
|                                                                |                |                            | 1—0,25               | 1,66     | 8,72                               | 15,18                                  | 79,26            | 14,29                         | 1,27 | 0,079                         |
|                                                                |                |                            | <0,25                | 1,87     | 7,96                               | 21,89                                  | 83,40            | 12,90                         | 1,30 | 0,070                         |
|                                                                |                | A <sub>2</sub> 30—46       | 3—1                  | 0,31     | 6,00                               | 22,86                                  | 80,41            | 12,79                         | 1,05 | 0,081                         |
|                                                                |                |                            | 1—0,25               | 0,31     | 4,44                               | 21,66                                  | 82,87            | 12,97                         | 0,95 | 0,060                         |
|                                                                |                |                            | <0,25                | 0,62     | 3,24                               | 33,44                                  | 86,40            | 11,50                         | 1,14 | 0,047                         |
|                                                                |                | B <sub>1</sub> 57—77       | 3—1                  | 0,31     | 10,80                              | 26,32                                  | 73,93            | 16,60                         | 0,93 | 0,090                         |
|                                                                |                |                            | 1—0,25               | 0,52     | 7,96                               | 30,66                                  | 78,61            | 13,69                         | 0,96 | 0,064                         |
|                                                                |                |                            | <0,25                | 0,62     | 6,00                               | 35,92                                  | 80,50            | 13,00                         | 1,19 | 0,062                         |
|                                                                |                |                            |                      |          |                                    |                                        |                  |                               |      |                               |
| Выщелоченный чернозем, Буинский район                          | 9              | Ап 0—29                    | 3—1                  | 7,32     | не опред.                          | 60,36                                  | 18,36            | не опред.                     |      |                               |
|                                                                |                |                            | 1—0,25               | 7,68     | "                                  | 60,82                                  | 17,70            | "                             |      |                               |
|                                                                |                |                            | <0,25                | 7,73     | "                                  | 61,24                                  | 17,05            | "                             |      |                               |
|                                                                |                | A <sub>1</sub> 29—46       | 3—1                  | 6,09     | "                                  | 62,34                                  | 18,00            | "                             |      |                               |
|                                                                |                |                            | 1—0,25               | 6,28     | "                                  | 62,70                                  | 16,40            | "                             |      |                               |
|                                                                |                |                            | <0,25                | 6,28     | "                                  | 64,19                                  | 16,25            | "                             |      |                               |
|                                                                |                | AB 46—59                   | 3—1                  | 4,23     | "                                  | 61,33                                  | 21,65            | "                             |      |                               |
|                                                                |                |                            | 1—0,25               | 4,60     | "                                  | 62,50                                  | 19,60            | "                             |      |                               |
|                                                                |                |                            | <0,25                | 4,38     | "                                  | 63,50                                  | 19,00            | "                             |      |                               |
|                                                                |                | B 59—70                    | 3—1                  | 2,78     | "                                  | 64,70                                  | 20,70            | "                             |      |                               |
|                                                                |                |                            | 1—0,25               | 2,78     | "                                  | 64,27                                  | 20,25            | "                             |      |                               |
|                                                                |                |                            | <0,25                | 3,09     | "                                  | 65,85                                  | 19,20            | "                             |      |                               |
|                                                                |                |                            |                      |          |                                    |                                        |                  |                               |      |                               |
|                                                                |                |                            |                      |          |                                    |                                        |                  |                               |      |                               |
|                                                                |                |                            |                      |          |                                    |                                        |                  |                               |      |                               |
|                                                                |                |                            |                      |          |                                    |                                        |                  |                               |      |                               |

| Почва                                 | Разрез | Горизонт и глубина образца | Размер агрегатов, мм | Гумус, % | Сумма поглощенных оснований, м/экв | Подвижное железо по Кирсанову, мг/100 г | Валовые, %       |                               |      |                               |
|---------------------------------------|--------|----------------------------|----------------------|----------|------------------------------------|-----------------------------------------|------------------|-------------------------------|------|-------------------------------|
|                                       |        |                            |                      |          |                                    |                                         | SiO <sub>2</sub> | R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
| Коричнево-серая, Зеленодольский район | 420    | A <sub>п</sub> 0—20        | 3—1                  | 2,73     | не опред.                          |                                         | 61,62            | 19,70                         | 2,28 | не опр.                       |
|                                       |        |                            | 1—0,25               | 3,04     | "                                  |                                         | 61,65            | 19,90                         | 2,46 | "                             |
|                                       |        |                            | <0,25                | 3,60     | "                                  |                                         | 63,14            | 18,65                         | 2,62 | "                             |
|                                       |        | A <sub>B</sub> 22—32       | 3—1                  | 1,60     | "                                  |                                         | 62,31            | 20,30                         | 1,88 | "                             |
|                                       |        |                            | 1—0,25               | 2,06     | "                                  |                                         | 59,57            | 22,40                         | 2,00 | "                             |
|                                       |        |                            | <0,25                | 2,26     | "                                  |                                         | 61,81            | 20,70                         | 2,68 | "                             |
|                                       |        | B <sub>1</sub> 32—42       | 3—1                  | 2,26     | "                                  |                                         | 59,6             | 21,25                         | 2,17 | "                             |
|                                       |        |                            | 1—0,25               | 2,16     | "                                  |                                         | 58,84            | 20,85                         | 2,32 | "                             |
|                                       |        |                            | <0,25                | 2,31     | "                                  |                                         | 62,64            | 18,90                         | 2,32 | "                             |
|                                       |        |                            |                      |          |                                    |                                         |                  |                               |      |                               |
| Светло-серая лесная, Арский район     | 8      | A <sub>п</sub> 0—15        | 3—1                  | 3,11     | не опред.                          |                                         | 67,28            | 15,08                         | 1,14 | не опр.                       |
|                                       |        |                            | 1—0,25               | 3,24     | "                                  |                                         | 68,59            | 14,01                         | 1,01 | "                             |
|                                       |        |                            | <0,25                | 3,48     | "                                  |                                         | 69,02            | 13,20                         | 1,08 | "                             |
|                                       |        | A <sub>2</sub> B 21—26     | 3—1                  | 1,05     | "                                  |                                         | 70,09            | 13,60                         | 1,30 | "                             |
|                                       |        |                            | 1—0,25               | 1,14     | "                                  |                                         | 72,89            | 11,40                         | 1,21 | "                             |
|                                       |        |                            | <0,25                | 1,24     | "                                  |                                         | 75,07            | 8,00                          | 1,65 | "                             |
|                                       |        | B <sub>1</sub> 40—50       | 3—1                  | 0,74     | "                                  |                                         | 64,48            | 20,70                         | 1,59 | "                             |
|                                       |        |                            | 1—0,25               | 0,88     | "                                  |                                         | 65,20            | 20,55                         | 1,67 | "                             |
|                                       |        |                            | <0,25                | 0,92     | "                                  |                                         | 66,02            | 20,15                         | 1,68 | "                             |
|                                       |        |                            |                      |          |                                    |                                         |                  |                               |      |                               |

методику учета качественно различных групп микроагрегатов (1936, 1943, 1946). К. И. Рудаков (1949, 1951) также отмечает особенно интенсивное образование структуры в ризосфере корней растений за счет деятельного перегноя, представленного комплексными соединениями из азотсодержащих продуктов автолиза тел бактерий и уроновых кислот, которые образуются за счет живых и отмерших корней растений пектино-разрушающими или протопектиназными бактериями. По А. Ф. Тюлину, на минеральных частицах, входящих в состав твердой фазы почвы, образуются пленки из органических коллоидов. Поведение минеральных частиц, покрытых органическими пленками, зависит от того, какие электролиты вступают во взаимодействие с органическим веществом пленок. При взаимодействии этих пленок с кальцием образуются водопрочные микроагрегаты I группы (кальций-гуматные), при наличии полуторных окислов минеральные частицы почвы, покрытые органическими коллоидами, агрегируют с образованием микроагрегатов II группы (железо-гуматных).

Исследования А. Ф. Тюлина показали, что около 90% всего углерода, азота и фосфора почвы может находиться в микроагрегатах I и II групп. «Отсюда понятно, пишет он, какое значение в минеральном питании растений имеют связанные в пленках-гелях элементы питания» (1958, стр. 46—47). Его выводы свидетельствуют о том, что изучение группового состава микроагрегатов имеет большое практическое значение, так как условия питания растений в значительной степени зависят от соот-

ношения кальций-гуматных и железо-гуматных микроагрегатов в почвах.

Изучение группового состава микроагрегатов (до Тюлину) в почвах Татарии произведено М. А. Винокуровым с А. Ш. Фаткуллиным (1961, 1962, 1964). Названные авторы подтвердили вывод А. Ф. Тюлина. Они отмечают, что «основная масса гумуса, азота и фосфора во всех затронутых изучением почвах сосредоточена в I и II группах микроагрегатов. В их грубодисперсном остатке перечисленные элементы содержатся в очень незначительном количестве» (1962, стр. 20).

Представляет также интерес изучение качественного состава микроагрегатов, слагающих водопрочные агрегаты разного размера, что в некоторой степени позволяет оценить агрономическую ценность последних, хотя, разумеется, не является единственным критерием этой оценки.

Данные о групповом составе микроагрегатов в различных по размерам агрегатных фракциях приводятся М. А. Винокуровым с Е. И. Ивановой (1959) для горизонта А темно-серой лесной окультуренной почвы и нами (1960) для выщелоченного чернозема и коричнево-серой лесной почвы.

Полученные нами данные (А. В. Колоскова, 1960) показывают, что содержание кальций-гуматных и железо-гуматных микроагрегатов в водопрочных агрегатах разного размера неодинаково. Однако во всех агрегатах, выделенных из взятых для исследования почв, содержание первых больше, чем вторых. В водопрочных агрегатах размерами 3—2, 2—1, 1—0,5 и 0,5—0,25 мм, выделенных из различных горизонтов выщелоченного чернозема, количество кальций-гуматных микроагрегатов оказалось довольно близким. Оно резко уменьшается во фракции агрегатов мельче 0,25 мм. Аналогичный характер изменения названной фракции микроагрегатов отмечают М. А. Винокуров с Ивановой Е. И. (1959) для темно-серой лесной почвы. В подпахотных горизонтах коричнево-серой лесной почвы (АВ и В<sub>1</sub>) наблюдается значительное увеличение содержания кальций-гуматов от наиболее крупных агрегатов (3—2 мм) к более мелким (1—0,5 мм), а затем резкое уменьшение их количества во фракции <0,25 мм. В пахотном слое этой почвы количество кальций-гуматной фракции уменьшается с уменьшением размера агрегатов. В содержании железо-гуматов в водопрочных агрегатах разного размера нами отмечено два максимума: первый, меньший, приходится на долю более крупных агрегатов (3—2 и 2—1 мм), второй — значительно больший — на агрегаты мельче 0,25 мм. Агрегаты размерами 1—0,25 и 0,5—0,25 мм занимают в этом отношении промежуточное положение. Агрегаты, принадлежащие коричнево-серой лесной почве, несколько богаче агрегатов выщелоченного чернозема железо-гуматной фракцией микроагрегатов. Это различие особенно заметно для горизонтов А<sub>0</sub> (нижняя часть) и А<sub>1</sub> второй почвы и горизонта АВ первой, т. е. для центральной части гумусового слоя этих почв. В связи с распределением названных фракций микроагрегатов находится и отношение между ними. Это отношение несколько расширяется от агрегатов размером 3—2 и 2—1 мм к более мелким и резко сужается в агрегатах мельче 0,25 мм. Исключение представляет горизонт А<sub>1</sub> чернозема, в котором отношение между двумя фракциями микроагрегатов непрерывно уменьшается с уменьшением их размера.

Количество гумуса в микроагрегатах значительно больше, чем в исходных агрегатах, из которых они выделены. Причем содержание гумуса в кальций-гуматной фракции микроагрегатов во всех рассмотренных нами случаях меньше, чем в железо-гуматной. Кальций-гуматная фракция богаче гумусом примерно в полтора раза, а железо-гуматная — в два и более раза по сравнению с исходными агрегатами. Этот факт

несколько противоречит выводу М. А. Винокурова с А. Ш. Фаткуллиным о том, что «в отличие от дерново-подзолистых и серых лесных почв микроагрегаты I группы выщелоченных и обыкновенных черноземов богаче гумусом и азотом, чем II группа» (1961, стр. 20). По-видимому, и для черноземов, в частности выщелоченных, могут наблюдаться разные случаи. Мы имеем дело с выщелоченным черноземом Юго-Западного Предволжья и коричнево-серой лесной почвой Высокого Предволжья, в то время как названные авторы изучали преимущественно черноземы Закамья. Различие группового состава микроагрегатов, выделенных из водопрочных агрегатов разного размера, подтверждается данными физико-химического анализа их. Уменьшение содержания кальций-гуматной фракции микроагрегатов в водопрочных агрегатах при уменьшении их размера хорошо согласуется с уменьшением при этом в них суммы обменных оснований. Обогащенность более мелких агрегатов железо-гуматной фракцией также хорошо согласуется с большим содержанием в них гумуса и подвижного железа.

Различное содержание гумуса в кальций-гуматных и железо-гуматных микроагрегатах в известной мере связано с различной плотностью их упаковки. Первые из них более рыхлы, вторые — плотнее. Отмеченное способствует более интенсивному протеканию в кальций-гуматных микроагрегатах аэробных процессов, приводящих к некоторому уменьшению в них гумуса. Большая плотность железо-гуматной фракции, умеряя ее аэрируемость, напротив, приводит к накоплению в ней гумуса.

По А. Ф. Тюлину, в кальций-гуматных микроагрегатах (I группа) питательные элементы находятся в более доступной для растений форме. В железо-гуматной фракции сосредоточен как бы резерв питательных веществ. В течение вегетационного периода в почвах происходят изменения в содержании и соотношении названных двух групп микроагрегатов как в связи с изменением влажности, аэрации, окислительно-восстановительных условий, так и в связи с различной интенсивностью биохимических процессов и биологической активности. Соответствующими приемами агротехники и применением удобрений можно регулировать соотношение этих двух групп микроагрегатов в почвах, улучшая условия корневого питания растений. Наши исследования (А. В. Колоскова, 1962, 1964) показали, что углубление пахотного слоя на подзолистых почвах сопровождается увеличением содержания в нем кальций-гуматных микроагрегатов, применение органических удобрений в первую очередь повышает количество железо-гуматной фракции. Следовательно, сочетая эти приемы, мы можем изменять групповой состав микроагрегатов в нужную сторону.

В таблице 3 представлены физико-химические свойства водопрочных агрегатов. Не останавливаясь подробно на взаимнопротивоположном изменении содержания в них гумуса и поглощенных оснований, так как это сделано только что, укажем лишь, что в агрегатах из карбонатного чернозема количество гумуса изменяется менее закономерно. Если в других, взятых для исследования почвах, оно увеличивается с уменьшением размеров агрегатных фракций, то в карбонатном черноземе, несколько уменьшаясь или увеличиваясь в агрегатах размерами от 3 до 0,25 мм, оно резко уменьшается во фракции <0,25 мм. Это отклонение, по-видимому, связано с особенностями данной почвы. Вероятно, большее количество углекислого кальция приходится на агрегаты <0,25 мм, благодаря чему уменьшается содержание в них гумуса.

Удельный вес твердой фазы увеличивается от более крупных агрегатов к более мелким, достигая максимума во фракциях 1—0,5 и особенно 0,5—0,25 мм. В агрегатах <0,25 мм его величина становится заметно меньше. Такое изменение удельного веса согласуется с распре-

Таблица 3

## Физико-химические свойства водопрочных агрегатов

| Почва                                            | Мм<br>раз-<br>реза | Горизонт<br>и глубина             | Диаметр<br>агрегатов<br>в мм | Гумус<br>в % | Сумма<br>погло-<br>щенных<br>основа-<br>ний<br>в м/экв | Удельн.<br>вес<br>тверд.<br>фазы | Объем-<br>ный вес<br>в г/см <sup>3</sup> | Скваж-<br>ность<br>в % |
|--------------------------------------------------|--------------------|-----------------------------------|------------------------------|--------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------|------------------------|
| Сильновыщелоченный чернозем, Чистопольский район | 7                  | A <sub>n</sub> 0—20               | 3—2                          | 9,02         | не опр.                                                | не опр.                          | не опр.                                  | не опр.                |
|                                                  |                    |                                   | 2—1                          | 9,12         |                                                        |                                  |                                          |                        |
|                                                  |                    |                                   | 1—0,5                        | 9,24         | 46,36                                                  | 2,38                             | 1,45                                     | 38,55                  |
|                                                  |                    |                                   | 0,5—0,25                     | 9,30         | 46,00                                                  | 2,40                             | 1,46                                     | 38,13                  |
|                                                  |                    |                                   | < 0,25                       | 9,35         | 41,64                                                  | 2,25                             | не опр.                                  | не опр.                |
|                                                  |                    | A <sub>1</sub> 23—33              | 3—2                          | 7,60         | не опр.                                                | не опр.                          | 2,36                                     | 43,33                  |
|                                                  |                    |                                   | 2—1                          | 8,11         |                                                        |                                  | 1,39                                     | 42,08                  |
|                                                  |                    |                                   | 1—0,5                        | 8,22         | 44,44                                                  | 2,41                             | 1,42                                     | 40,83                  |
|                                                  |                    |                                   | 0,5—0,25                     | 8,31         | 43,60                                                  | 2,55                             | 1,46                                     | 39,17                  |
|                                                  |                    |                                   | < 0,25                       | 8,40         | 40,52                                                  | 2,37                             | не опр.                                  | не опр.                |
|                                                  |                    | A <sub>1</sub> <sup>1</sup> 34—43 | 3—2                          | 5,82         | не опр.                                                | не опр.                          | 1,83                                     | 50,37                  |
|                                                  |                    |                                   | 2—1                          | 5,98         | 39,63                                                  |                                  | 1,38                                     | 48,50                  |
|                                                  |                    |                                   | 1—0,5                        | 6,55         | 38,88                                                  | 2,44                             | 1,48                                     | 44,77                  |
|                                                  |                    |                                   | 0,5—0,25                     | 6,66         | 38,08                                                  | 2,62                             | 1,50                                     | 44,03                  |
|                                                  |                    |                                   | < 0,25                       | 6,71         | 36,08                                                  | 2,40                             | не опр.                                  | не опр.                |
|                                                  |                    | AB 50—60                          | 3—2                          | 3,80         | не опр.                                                | не опр.                          | 1,33                                     | 51,98                  |
|                                                  |                    |                                   | 2—1                          | 3,85         | 30,20                                                  |                                  | 1,34                                     | 51,26                  |
|                                                  |                    |                                   | 1—0,5                        | 4,06         | 28,20                                                  | 2,61                             | 1,36                                     | 50,90                  |
|                                                  |                    |                                   | 0,5—0,25                     | 4,16         | 27,80                                                  | 2,64                             | 1,52                                     | 45,12                  |
|                                                  |                    |                                   | < 0,25                       | 4,22         | 26,24                                                  | 2,43                             | не опр.                                  | не опр.                |
|                                                  |                    | B <sub>1</sub> 65—75              | 3—2                          | 2,29         | не опр.                                                | не опр.                          | 1,35                                     | 53,44                  |
|                                                  |                    |                                   | 2—1                          | 2,34         | 22,28                                                  |                                  | 1,36                                     | 53,10                  |
|                                                  |                    |                                   | 1—0,5                        | 2,39         | 21,48                                                  | 2,72                             | 1,42                                     | 51,03                  |
|                                                  |                    |                                   | 0,5—0,25                     | 2,44         | 21,08                                                  | 2,74                             | 1,49                                     | 49,99                  |
|                                                  |                    |                                   | < 0,25                       | 2,49         | 20,68                                                  | 2,65                             | не опр.                                  | не опр.                |
| Чернозем обыкновенный, Ново-Шешминский район     | 15                 | A <sub>n</sub> 0—20               | 3—2                          | 7,34         | не опр.                                                | 2,38                             | 1,33                                     | 45,48                  |
|                                                  |                    |                                   | 2—1                          | 7,78         |                                                        | 2,34                             | 1,43                                     | 41,35                  |
|                                                  |                    |                                   | 1—0,5                        | 7,83         | 48,36                                                  | 2,47                             | 1,50                                     | 38,11                  |
|                                                  |                    |                                   | 0,5—0,25                     | 8,23         | 47,96                                                  | 2,44                             | 1,62                                     | 33,61                  |
|                                                  |                    |                                   | < 0,25                       | 8,34         | 46,00                                                  | 2,27                             | не опр.                                  | не опр.                |
|                                                  |                    | A <sub>1</sub> 25—35              | 3—2                          | 5,97         | не опр.                                                | 2,37                             | 1,36                                     | 45,16                  |
|                                                  |                    |                                   | 2—1                          | 6,08         | 43,70                                                  | 2,42                             | 1,40                                     | 43,14                  |
|                                                  |                    |                                   | 1—0,5                        | 6,42         | 42,40                                                  | 2,46                             | 1,42                                     | 42,74                  |
|                                                  |                    |                                   | 0,5—0,25                     | 6,54         | не опр.                                                | 2,51                             | 1,46                                     | 41,11                  |
|                                                  |                    |                                   | < 0,25                       | 6,65         | 39,4                                                   | 2,34                             | не опр.                                  | не опр.                |
|                                                  |                    | A <sub>1</sub> <sup>1</sup> 42—52 | 3—2                          | 5,86         | не опр.                                                | 2,43                             | 1,33                                     | 47,84                  |
|                                                  |                    |                                   | 2—1                          | 5,97         | 48,60                                                  | 2,50                             | 1,36                                     | 46,66                  |
|                                                  |                    |                                   | 1—0,5                        | 6,03         | 45,80                                                  | 2,55                             | 1,36                                     | 46,66                  |
|                                                  |                    |                                   | 0,5—0,25                     | 6,20         | 43,40                                                  | 2,63                             | 1,52                                     | 40,39                  |
|                                                  |                    |                                   | < 0,25                       | 6,31         | 42,20                                                  | 2,38                             | не опр.                                  | не опр.                |
|                                                  |                    | AB 60—70                          | 3—2                          | 4,28         | не опр.                                                | 2,45                             | 1,33                                     | 51,45                  |
|                                                  |                    |                                   | 2—1                          | 4,34         | 42,10                                                  | 2,53                             | 1,39                                     | 49,27                  |
|                                                  |                    |                                   | 1—0,5                        | 4,56         | 41,30                                                  | 2,54                             | 1,46                                     | 46,71                  |
|                                                  |                    |                                   | 0,5—0,25                     | 5,07         | 39,20                                                  | 2,65                             | 1,50                                     | 45,25                  |
|                                                  |                    |                                   | < 0,25                       | 5,30         | 37,80                                                  | 2,42                             | не опр.                                  | не опр.                |

| Почва                                         | Мм<br>раз-<br>реза | Горизонт<br>и глубина | Диаметр<br>агрегатов<br>в мм | Гумус<br>в % | Сумма<br>погло-<br>щенных<br>основа-<br>ний<br>в м/экв | Удельн.<br>вес<br>тверд.<br>фазы | Объемный<br>вес в<br>г/см <sup>3</sup> | Скваж-<br>ность<br>в % |
|-----------------------------------------------|--------------------|-----------------------|------------------------------|--------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------|------------------------|
| Карбонатный чернозем,<br>Чистопольский район  |                    | В <sub>1</sub> 75—85  | 3—2                          | 3,44         | не опр.                                                | 2,46                             | 1,33                                   | 52,50                  |
|                                               |                    |                       | 2—1                          | 3,49         | 40,80                                                  | 3,53                             | 1,41                                   | 49,64                  |
|                                               |                    |                       | 1—0,5                        | 3,54         | 39,70                                                  | 2,59                             | 1,42                                   | 49,28                  |
|                                               |                    |                       | 0,5—0,25                     | 3,57         | 39,10                                                  | 2,66                             | 1,46                                   | 47,85                  |
|                                               |                    |                       | < 0,25                       | 3,64         | 36,20                                                  | 2,44                             | не опр.                                | не опр.                |
|                                               | 8                  | A <sub>n</sub> 0—20   | 3—2                          | 9,70         | не опр.                                                | не опр.                          | 1,33                                   | 42,67                  |
|                                               |                    |                       | 2—1                          | 9,07         | 46,40                                                  | 2,31                             | 1,39                                   | 40,68                  |
|                                               |                    |                       | 1—0,5                        | 9,57         | 46,20                                                  | 2,45                             | 1,46                                   | 37,06                  |
|                                               |                    |                       | 0,5—0,25                     | 9,69         | 48,80                                                  | 2,47                             | 1,50                                   | 35,34                  |
|                                               |                    |                       | < 0,25                       | 7,55         | 38,60                                                  | 2,37                             | не опр.                                | не опр.                |
|                                               |                    | A <sub>1</sub> 25—35  | 3—2                          | 9,24         | не опр.                                                | 2,46                             | 1,36                                   | 46,41                  |
|                                               |                    |                       | 2—1                          | 9,02         | 50,60                                                  | 2,48                             | 1,42                                   | 44,09                  |
|                                               |                    |                       | 1—0,5                        | 9,13         | 49,60                                                  | 2,64                             | 1,50                                   | 40,94                  |
|                                               |                    |                       | 0,5—0,25                     | 9,07         | не опр.                                                | 2,68                             | 1,57                                   | 38,38                  |
|                                               |                    |                       | < 0,25                       | 7,55         | 43,80                                                  | 2,48                             | не опр.                                | не опр.                |
|                                               |                    | AB 45—55              | 3—2                          | 5,31         | не опр.                                                | 2,57                             | 1,38                                   | 49,07                  |
|                                               |                    |                       | 2—1                          | 6,56         | 33,00                                                  | 2,62                             | 1,40                                   | 48,33                  |
|                                               |                    |                       | 1—0,5                        | 5,93         | 32,00                                                  | 2,67                             | 1,53                                   | 43,54                  |
|                                               |                    |                       | 0,5—0,25                     | 5,50         | не опр.                                                | 2,74                             | 1,62                                   | 40,22                  |
|                                               |                    |                       | < 0,25                       | 5,35         | 31,20                                                  | 2,53                             | не опр.                                | не опр.                |
| Выщелоченный чернозем,<br>Чистопольский район | 9                  | A <sub>n</sub>        | 3—1                          | 7,18         | не опр.                                                | 2,40                             | 1,43                                   | 40,41                  |
|                                               |                    |                       | 1—0,5                        | 7,48         | "                                                      | 2,50                             | 1,50                                   | 40,00                  |
|                                               |                    |                       | 0,5—0,25                     | 7,50         | "                                                      | 2,45                             | 1,61                                   | 34,32                  |
|                                               |                    | A <sub>1</sub>        | 3—1                          | 3,02         | "                                                      | 2,48                             | 1,40                                   | 43,30                  |
|                                               |                    |                       | 1—0,5                        | 3,40         | "                                                      | 2,50                             | 1,45                                   | 43,40                  |
|                                               |                    |                       | 0,5—0,25                     | 4,20         | "                                                      | 2,50                             | 1,60                                   | 36,00                  |
|                                               |                    | AB                    | 3—1                          | 1,70         | "                                                      | 2,52                             | 1,47                                   | 41,70                  |
|                                               |                    |                       | 1,05                         | 1,93         | "                                                      | 2,65                             | 1,46                                   | 41,80                  |
|                                               |                    |                       | 0,5—0,25                     | 3,70         | "                                                      | 2,59                             | 1,56                                   | 40,00                  |
|                                               |                    | B <sub>1</sub>        | 3—1                          | 1,90         | "                                                      | 2,40                             | 1,50                                   | 41,60                  |
|                                               |                    |                       | 1—0,5                        | 2,25         | "                                                      | 2,50                             | 1,35                                   | 40,80                  |
| Темно-серая лесная                            | 10                 | A <sub>n</sub>        | 3—1                          | 5,15         | не опр.                                                | 2,34                             | 1,36                                   | 41,9                   |
|                                               |                    |                       | 1—0,5                        | 5,32         | "                                                      | 2,43                             | 1,34                                   | 44,9                   |
|                                               |                    |                       | 0,5—0,25                     | 6,26         | "                                                      | 2,48                             | 1,51                                   | 39,1                   |
|                                               |                    | AB                    | 3—1                          | 2,56         | "                                                      | 2,63                             | 1,37                                   | 47,8                   |
|                                               |                    |                       | 1—0,5                        | 3,18         | "                                                      | 2,65                             | 1,54                                   | 41,5                   |
|                                               |                    |                       | 0,5—0,25                     | 3,32         | "                                                      | 2,60                             | 1,64                                   | 36,8                   |
|                                               |                    | B <sub>1</sub>        | 3—1                          | 1,74         | "                                                      | 2,44                             | 1,45                                   | 40,4                   |
|                                               |                    |                       | 1—0,5                        | 2,05         | "                                                      | 2,68                             | 1,43                                   | 46,6                   |
|                                               |                    |                       | 0,5—0,25                     | 2,36         | "                                                      | 2,56                             | 1,64                                   | 35,9                   |
|                                               |                    |                       |                              |              |                                                        |                                  |                                        |                        |

делением физической глины и ила по разным фракциям агрегатов. Оно, очевидно, связано также с увеличением содержания гумуса в более мелких агрегатных фракциях.

Определение объемного веса агрегатов производилось нами по методике М. Н. Польского (1949). Из таблицы видно, что объемный вес

агрегатов с уменьшением их размера значительно увеличивается. Это согласуется с данными А. Ф. Тюлина и А. Н. Скляр (1937), С. Н. Рыжова (1937), М. Н. Польского (1949), Л. М. Бурлаковой (1959).

Скважность агрегатов увеличивается пропорционально увеличению их размеров. Последнее свидетельствует о значительно более рыхлом сложении крупных агрегатов по сравнению с мелкими. Такую же закономерность отмечают названные выше авторы. Однако С. Н. Рыжов (1937) считает, что в пределах одной и той же почвы порозность мало зависит от размера агрегатов. М. Н. Польский (1949) пишет, что комочки почвы более 5 мм показывают одинаковую порозность, тогда как во фракциях мельче 5 мм она уменьшается по мере уменьшения их размера. Более крупные фракции агрегатов (3—2, 2—1 и 1—0,5 мм) обладают в исследованных нами почвах хорошей (40—50%) или удовлетворительной (40—45%) агрегатной порозностью, по классификации Н. А. Качинского (1947). В агрегатах 0,5—0,25 мм, а иногда и 1—0,5 мм порозность становится неудовлетворительной (33—36%). Очевидно, для агрегатов подзолистых почв соответствующие данные были бы заметно ниже, однако, к сожалению, мы ими не располагаем.

Меньший объемный вес, повышенная скважность, а следовательно, и аэрация более крупных агрегатов являются одной из причин меньшего содержания в них гумуса по сравнению с более мелкими фракциями.

В таблице 4 приведены данные о водопрочности различных структурных фракций для выщелоченных и карбонатных высокогумусных черноземов тяжелого механического состава, распространенных в Восточном Закавказье. Для определения водопрочности структурных фракций мы производили рассев почвы на ситах. Затем брали навеску каждой отдельной фракции в 50 г и подвергали ее мокрому просеиванию, по Саввинову. Раздельное определение водопрочности каждой из фракций позволяет выяснить, из каких более мелких агрегатов состоят крупные фракции, а также определить водопрочность исходных фракций. О водопрочности фракций мы судим по количеству ее, сохранившемуся при мокром просеивании, выраженному в процентах.

Из таблицы видно, что водопрочность структурных фракций возрастает обратно пропорционально их размерам, причем ее увеличение при этом происходит довольно резко. Самые крупные структурные отдельности (>10, 10—7, 7—5 мм в диаметре) оказались неводопрочными. Они при мокром просеивании полностью или почти полностью распадаются на более мелкие составляющие. В пахотном горизонте сильно выщелоченного чернозема крупные отдельности более чем на 50% (56—64) состоят из агрегатов <0,25 мм, около 25% приходится в них на агрегаты 0,5—0,25 мм и 10—14% — на фракцию 1—0,5 мм. В горизонтах А<sub>1</sub>, АВ и В<sub>1</sub> этой же почвы агрегатный состав структурных фракций изменяется. Количество самой мелкой агрегатной фракции в них уменьшается до 20—30%; остается таким же или уменьшается количество агрегатов от 0,5 до 0,25 мм и заметно увеличивается содержание более крупных агрегатов (1—0,5 и 2—1 мм). Водопрочность каждой из фракций увеличивается в горизонтах А<sub>1</sub> и АВ и снова уменьшается в горизонте В<sub>1</sub>. Все это позволяет сделать вывод о том, что, наряду с большей распыленностью верхней части гумусового слоя старопашотных почв, сохранившиеся в них структурные отдельности являются менее водопрочными и состоят преимущественно из частиц <0,25 мм, в составе которых наряду с микроагрегатами содержится неагрегированная пыль.

Водопрочность структурных фракций в слабовыщелоченном тучном черноземе (особенно, начиная с размеров от 3 до 2 мм и мельче) заметно больше, чем в сильновыщелоченном черноземе. Это, очевидно, связа-

Таблица 4

**Водопрочность различных структурных фракций  
(в % на воздушно-сухую почву)**

| Почва,<br>район                                                                                                          | № разреза            | Горизонт<br>и глуби-<br>на | Размер<br>фракций,<br>мм | Диаметр фракции, мм |      |      |      |      |       |              |       | Водо-<br>проч-<br>ность,<br>% |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------|------|------|------|------|-------|--------------|-------|-------------------------------|------|
|                                                                                                                          |                      |                            |                          | 10-7                | 7-5  | 5-3  | 3-2  | 2-1  | 1-0,5 | 0,5-<br>0,25 | <0,25 |                               |      |
| Сильно-<br>выщело-<br>ченный<br>высоко-<br>гумусный<br>средне-<br>мощный<br>черно-<br>зем,<br>Мензе-<br>линский<br>район | 7                    | A <sub>п</sub> 0-10        | > 10                     | —                   | —    | 0,5  | 2,1  | 4,3  | 12,5  | 24,1         | 56,5  | —                             |      |
|                                                                                                                          |                      |                            | 10-7                     | —                   | —    | 0,5  | 0,9  | 2,9  | 14,0  | 25,7         | 56,0  | —                             |      |
|                                                                                                                          |                      |                            | 7-5                      | —                   | —    | 0,8  | 0,4  | 3,1  | 11,2  | 23,4         | 61,1  | —                             |      |
|                                                                                                                          |                      |                            | 5-3                      | —                   | —    | 1,1  | 1,7  | 3,5  | 13,8  | 31,3         | 48,6  | 1,1                           |      |
|                                                                                                                          |                      |                            | 3-2                      | —                   | —    | 0,2  | 2,6  | 5,3  | 13,8  | 24,6         | 53,5  | 2,8                           |      |
|                                                                                                                          |                      |                            | 2-1                      | —                   | —    | —    | 0,3  | 10,6 | 18,8  | 27,9         | 42,4  | 10,9                          |      |
|                                                                                                                          |                      |                            | 1-0,5                    | —                   | —    | —    | —    | 0,9  | 27,0  | 23,8         | 48,3  | 27,9                          |      |
|                                                                                                                          |                      | 0,5-0,25                   | —                        | —                   | —    | —    | —    | 8,4  | 45,0  | 46,6         | 53,4  |                               |      |
|                                                                                                                          |                      | A <sub>п</sub> 12-24       | > 10                     | —                   | —    | 0,5  | 0,5  | 1,9  | 10,7  | 27,3         | 59,1  | —                             |      |
|                                                                                                                          |                      |                            | 10-7                     | —                   | —    | 0,4  | 1,0  | 1,8  | 9,2   | 25,3         | 62,3  | —                             |      |
|                                                                                                                          |                      |                            | 7-5                      | —                   | —    | 0,4  | 0,3  | 1,3  | 9,4   | 23,9         | 64,7  | —                             |      |
|                                                                                                                          |                      |                            | 5-3                      | —                   | —    | 1,5  | 1,9  | 4,0  | 14,0  | 23,6         | 55,0  | 1,5                           |      |
|                                                                                                                          |                      |                            | 3-2                      | —                   | —    | 0,1  | 1,0  | 6,4  | 16,6  | 24,6         | 51,3  | 1,1                           |      |
|                                                                                                                          |                      |                            | 2-1                      | —                   | —    | —    | 0,4  | 12,6 | 23,7  | 25,0         | 38,3  | 13,0                          |      |
|                                                                                                                          |                      |                            | 1-0,5                    | —                   | —    | —    | —    | 0,5  | 26,8  | 29,0         | 43,7  | 27,3                          |      |
|                                                                                                                          |                      | 0,5-0,25                   | —                        | —                   | —    | —    | —    | 4,0  | 49,8  | 46,2         | 53,8  |                               |      |
|                                                                                                                          |                      | A <sub>1</sub> 26-35       | > 10                     | —                   | —    | 0,2  | 1,2  | 9,2  | 18,2  | 27,4         | 43,8  | —                             |      |
|                                                                                                                          |                      |                            | 10-7                     | —                   | —    | —    | —    | —    | —     | —            | —     | —                             |      |
|                                                                                                                          |                      |                            | 7-5                      | —                   | —    | 5,6  | 3,6  | 11,3 | 28,8  | 24,6         | 26,1  | —                             |      |
|                                                                                                                          |                      |                            | 5-3                      | —                   | —    | 7,3  | 9,0  | 12,6 | 28,9  | 20,2         | 22,0  | 7,3                           |      |
|                                                                                                                          |                      |                            | 3-2                      | —                   | —    | 0,3  | 9,1  | 10,1 | 24,9  | 24,6         | 31,0  | 9,7                           |      |
|                                                                                                                          |                      |                            | 2-1                      | —                   | —    | —    | 0,6  | 27,2 | 28,6  | 12,4         | 31,2  | 27,8                          |      |
|                                                                                                                          | 1-0,5                |                            | —                        | —                   | —    | —    | 2,3  | 55,8 | 20,3  | 21,6         | 58,1  |                               |      |
|                                                                                                                          | 0,5-0,25             | —                          | —                        | —                   | —    | —    | 22,5 | 59,5 | 18,0  | 72,0         |       |                               |      |
|                                                                                                                          | AB 32-42             | > 10                       | 0,5                      | 0,9                 | 2,5  | 3,4  | 11,5 | 21,7 | 23,0  | 36,5         | 0,5   |                               |      |
|                                                                                                                          |                      | 10-7                       | —                        | —                   | —    | —    | —    | —    | —     | —            | —     |                               |      |
|                                                                                                                          |                      | 7-5                        | —                        | 4,3                 | 9,5  | 8,8  | 13,3 | 26,8 | 16,1  | 22,2         | 4,3   |                               |      |
|                                                                                                                          |                      | 5-3                        | —                        | —                   | 10,0 | 12,1 | 17,6 | 24,7 | 14,7  | 20,0         | 10,9  |                               |      |
|                                                                                                                          |                      | 3-2                        | —                        | —                   | 0,4  | 13,4 | 19,8 | 26,9 | 18,6  | 20,9         | 13,8  |                               |      |
|                                                                                                                          |                      | 2-1                        | —                        | —                   | —    | 0,3  | 26,1 | 32,3 | 18,6  | 22,7         | 26,4  |                               |      |
|                                                                                                                          |                      | 1-0,05                     | —                        | —                   | —    | —    | 0,9  | 46,1 | 25,1  | 27,9         | 47,0  |                               |      |
|                                                                                                                          | 0,5-0,25             | —                          | —                        | —                   | —    | —    | 10,7 | 60,3 | 29,0  | 71,0         |       |                               |      |
|                                                                                                                          | B <sub>1</sub> 44-54 | > 10                       | 2,8                      | 2,3                 | 7,5  | 10,7 | 21,0 | 23,6 | 19,9  | 19,2         | —     |                               |      |
|                                                                                                                          |                      | 10-7                       | 3,5                      | 6,9                 | 12,7 | 12,3 | 20,2 | 20,0 | 9,9   | 14,5         | 3,5   |                               |      |
|                                                                                                                          |                      | 7-5                        | —                        | 5,4                 | 18,8 | 14,0 | 20,9 | 18,0 | 9,2   | 13,9         | 5,4   |                               |      |
|                                                                                                                          |                      | 5-3                        | —                        | 0,7                 | 16,8 | 17,6 | 21,1 | 19,3 | 10,1  | 14,4         | 17,5  |                               |      |
|                                                                                                                          |                      | 3-2                        | —                        | —                   | 0,7  | 16,7 | 28,1 | 23,7 | 13,8  | 16,8         | 17,4  |                               |      |
|                                                                                                                          |                      | 2-1                        | —                        | —                   | —    | 1,2  | 32,2 | 29,3 | 16,9  | 20,4         | 33,4  |                               |      |
|                                                                                                                          |                      | 1-0,5                      | —                        | —                   | —    | —    | 1,1  | 44,4 | 24,0  | 30,5         | 45,5  |                               |      |
|                                                                                                                          | 0,5-0,25             | —                          | —                        | —                   | —    | —    | 1,7  | 41,6 | 56,7  | 43,3         |       |                               |      |
| Слабовы-<br>щелочен-<br>ный туч-<br>ный<br>средне-<br>мощный<br>черно-<br>зем, Мен-<br>зелин-<br>ский<br>район           | 2                    | A <sub>п</sub> 0-10        | > 10                     | —                   | —    | 1,2  | 2,1  | 5,3  | 19,2  | 26,8         | 45,4  | —                             |      |
|                                                                                                                          |                      |                            | 10-7                     | —                   | —    | —    | —    | —    | —     | —            | —     | —                             |      |
|                                                                                                                          |                      |                            | 7-5                      | —                   | 0,8  | —    | —    | —    | —     | —            | —     | —                             |      |
|                                                                                                                          |                      |                            | 5-3                      | —                   | —    | 0,3  | 1,2  | 0,8  | 57,8  | 26,6         | 50,4  | 0,8                           |      |
|                                                                                                                          |                      |                            | 3-2                      | —                   | —    | 6,2  | 5,0  | 7,5  | 17,9  | 28,9         | 34,5  | 6,2                           |      |
|                                                                                                                          |                      |                            | 2-1                      | —                   | —    | 2,1  | 11,9 | 9,2  | 15,0  | 28,9         | 46,6  | 14,0                          |      |
|                                                                                                                          |                      |                            | 1-0,5                    | —                   | —    | —    | —    | 1,4  | 28,6  | 16,0         | 15,2  | 30,0                          |      |
|                                                                                                                          |                      | 0,5-0,25                   | —                        | —                   | —    | —    | —    | 4,1  | 53,6  | 19,1         | 27,8  | 57,7                          |      |
|                                                                                                                          |                      | A <sub>п</sub> 12-24       | 0,5-0,25                 | —                   | —    | —    | —    | —    | —     | 9,8          | 14,4  | 19,1                          | 80,9 |
|                                                                                                                          |                      |                            | > 10                     | —                   | 0,8  | 0,8  | 1,6  | 6,8  | 71,6  | 71,1         | 49,3  | —                             |      |
|                                                                                                                          |                      |                            | 10-7                     | —                   | —    | —    | 0,9  | 4,0  | 13,8  | 23,9         | 53,9  | 0,8                           |      |
|                                                                                                                          |                      |                            | 7-5                      | —                   | —    | —    | —    | —    | —     | —            | —     | —                             |      |
|                                                                                                                          |                      |                            | 5-3                      | —                   | —    | 0,5  | 6,4  | 4,8  | 16,0  | 26,0         | 49,7  | 7,5                           |      |
|                                                                                                                          |                      |                            | 3-2                      | —                   | —    | —    | —    | —    | —     | —            | —     | —                             |      |
|                                                                                                                          |                      |                            | 2-1                      | —                   | —    | —    | —    | —    | —     | —            | —     | —                             |      |
|                                                                                                                          |                      |                            | 1-0,5                    | —                   | —    | —    | —    | —    | —     | —            | —     | —                             |      |
| 0,5-0,25                                                                                                                 | —                    |                            | —                        | —                   | —    | —    | —    | —    | —     | —            |       |                               |      |

| Почва,<br>район                                                                            | № разреза | Горизонт<br>и глуби-<br>на | Размер<br>фракций,<br>мм | Диаметр фракций, мм |     |      |      |      |       |              |           | Водо-<br>проч-<br>ность,<br>в % |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------------------|--------------------------|---------------------|-----|------|------|------|-------|--------------|-----------|---------------------------------|
|                                                                                            |           |                            |                          | 10-7                | 7-5 | 5-3  | 3-2  | 2-1  | 1-0,5 | 0,5-<br>0,25 | <<br>0,25 |                                 |
|                                                                                            |           | Ап 12-24                   | 2-1                      | —                   | —   | —    | 4,1  | 29,5 | 17,2  | 20,1         | 39,4      | 33,6                            |
|                                                                                            |           |                            | 1-0,5                    | —                   | —   | —    | —    | 9,8  | 40,3  | 13,8         | 36,1      | 50,1                            |
|                                                                                            |           |                            | 0,5-0,25                 | —                   | —   | —    | —    | —    | 16,8  | 60,8         | 22,4      | 77,6                            |
|                                                                                            |           | А <sub>1</sub> 25-35       | >10                      | —                   | 0,8 | 5,5  | 6,0  | 20,6 | 25,0  | 10,5         | 31,5      | 0,8                             |
|                                                                                            |           |                            | 10-7                     | —                   | —   | —    | —    | —    | —     | —            | —         | —                               |
|                                                                                            |           |                            | 7-5                      | —                   | —   | —    | —    | —    | —     | —            | —         | —                               |
|                                                                                            |           |                            | 5-3                      | —                   | —   | 10,0 | 13,0 | 22,1 | 21,8  | 13,8         | 19,3      | 10,0                            |
|                                                                                            |           |                            | 3-2                      | —                   | —   | 0,7  | 16,7 | 22,0 | 26,0  | 14,9         | 19,7      | 17,4                            |
|                                                                                            |           |                            | 2-1                      | —                   | —   | —    | 2,2  | 29,6 | 32,9  | 15,6         | 19,7      | 31,8                            |
|                                                                                            |           |                            | 1-0,5                    | —                   | —   | —    | —    | 7,4  | 57,7  | 17,7         | 17,2      | 65,1                            |
|                                                                                            |           |                            | 0,5-0,25                 | —                   | —   | —    | —    | —    | 7,0   | 89,5         | 3,5       | 96,5                            |
|                                                                                            |           | AB 35-45                   | >10                      | —                   | 4,6 | 16,5 | 16,7 | 22,0 | 15,9  | 7,6          | 16,6      | —                               |
|                                                                                            |           |                            | 10-7                     | —                   | —   | —    | —    | —    | —     | —            | —         | —                               |
|                                                                                            |           |                            | 7-5                      | —                   | 1,3 | 22,1 | 14,3 | 22,5 | 17,0  | 7,5          | 16,3      | 1,3                             |
|                                                                                            |           |                            | 5-3                      | —                   | —   | 17,7 | 17,4 | 21,4 | 18,7  | 9,4          | 15,4      | 17,7                            |
|                                                                                            |           |                            | 3-2                      | —                   | —   | —    | 19,3 | 27,1 | 23,3  | 12,8         | 17,5      | 19,3                            |
|                                                                                            |           |                            | 2-1                      | —                   | —   | —    | 0,6  | 27,1 | 30,9  | 16,5         | 24,9      | 27,7                            |
|                                                                                            |           |                            | 1-0,5                    | —                   | —   | —    | —    | 8,2  | 50,6  | 20,6         | 20,6      | 58,8                            |
|                                                                                            |           |                            | 0,5-0,25                 | —                   | —   | —    | —    | —    | 3,1   | 49,2         | 47,3      | 52,3                            |
|                                                                                            |           | B 60-70                    | >10                      | —                   | 2,9 | 16,0 | 17,1 | 20,3 | 18,3  | 7,6          | 17,8      | —                               |
|                                                                                            |           |                            | 10-7                     | —                   | —   | —    | —    | —    | —     | —            | —         | —                               |
|                                                                                            |           |                            | 7-5                      | —                   | 2,9 | 16,8 | 18,3 | 22,0 | 18,8  | 9,0          | 12,2      | 2,9                             |
|                                                                                            |           |                            | 5-3                      | —                   | —   | 11,8 | 16,6 | 20,6 | 20,5  | 12,6         | 17,9      | 11,8                            |
|                                                                                            |           |                            | 3-2                      | —                   | —   | —    | 13,9 | 26,1 | 24,3  | 16,2         | 19,6      | 13,9                            |
|                                                                                            |           |                            | 2-1                      | —                   | —   | —    | —    | 28,8 | 29,7  | 17,0         | 24,5      | 28,8                            |
|                                                                                            |           |                            | 1-0,5                    | —                   | —   | —    | —    | 5,1  | 43,6  | 20,1         | 31,2      | 48,7                            |
|                                                                                            |           |                            | 0,5-0,25                 | —                   | —   | —    | —    | —    | 1,6   | 49,7         | 48,7      | 51,3                            |
| Карбо-<br>натный<br>тучный<br>средне-<br>мощный<br>чернозем,<br>Мензе-<br>линский<br>район | 10        | А <sub>п</sub> 0-20        | >10                      | 3,2                 | 0,9 | 2,6  | 5,2  | 18,6 | 34,8  | 18,7         | 15,9      | —                               |
|                                                                                            |           |                            | 10-7                     | 2,5                 | 2,0 | 3,3  | 1,8  | 12,1 | 40,9  | 24,9         | 12,6      | 2,5                             |
|                                                                                            |           |                            | 7-5                      | 1,7                 | 2,2 | 3,9  | 3,1  | 32,1 | 29,0  | 21,1         | 6,8       | 3,9                             |
|                                                                                            |           |                            | 5-3                      | —                   | 2,2 | 7,2  | 4,3  | 12,2 | 32,9  | 28,0         | 13,2      | 9,4                             |
|                                                                                            |           |                            | 3-2                      | —                   | —   | 2,6  | 17,7 | 16,0 | 24,3  | 24,6         | 14,8      | 20,3                            |
|                                                                                            |           |                            | 2-1                      | —                   | —   | —    | 2,4  | 37,6 | 19,4  | 18,3         | 22,3      | 40,0                            |
|                                                                                            |           |                            | 1-0,5                    | —                   | —   | —    | —    | 23,1 | 44,0  | 10,5         | 22,4      | 67,1                            |
|                                                                                            |           |                            | 0,5-0,25                 | —                   | —   | —    | —    | —    | 10,8  | 67,0         | 22,2      | 77,2                            |
|                                                                                            |           | А <sub>1</sub> 25-35       | >10                      | —                   | —   | 1,1  | 6,9  | 18,0 | 22,5  | 20,9         | 30,6      | —                               |
|                                                                                            |           |                            | 10-7                     | —                   | —   | 1,3  | 7,6  | 19,8 | 18,8  | 21,5         | 31,0      | —                               |
|                                                                                            |           |                            | 7-5                      | —                   | —   | —    | —    | —    | —     | —            | —         | —                               |
|                                                                                            |           |                            | 5-3                      | —                   | —   | 8,1  | 16,3 | 18,2 | 16,0  | 14,5         | 26,9      | 8,1                             |
|                                                                                            |           |                            | 3-2                      | —                   | —   | 1,3  | 28,5 | 28,8 | 13,3  | 11,5         | 19,6      | 29,8                            |
|                                                                                            |           |                            | 2-1                      | —                   | —   | —    | 4,3  | 52,7 | 12,3  | 10,4         | 20,3      | 57,0                            |
|                                                                                            |           |                            | 1-0,5                    | —                   | —   | —    | —    | 10,4 | 54,3  | 13,1         | 22,2      | 64,7                            |
|                                                                                            |           |                            | 0,5-0,25                 | —                   | —   | —    | —    | —    | 13,9  | 64,2         | 21,9      | 78,                             |
|                                                                                            |           | AB 43-53                   | >10                      | —                   | 0,1 | 0,9  | 2,4  | 11,5 | 22,8  | 25,6         | 36,7      | —                               |
|                                                                                            |           |                            | 10-7                     | —                   | 0,4 | 1,4  | 4,5  | 12,7 | 16,8  | 20,4         | 43,8      | 0,4                             |
|                                                                                            |           |                            | 7-5                      | —                   | —   | —    | —    | —    | —     | —            | —         | —                               |
|                                                                                            |           | AB 43-53                   | 5-3                      | —                   | —   | 8,9  | 13,2 | 16,7 | 17,5  | 16,8         | 26,9      | 8,9                             |
|                                                                                            |           |                            | 3-2                      | —                   | —   | 0,6  | 18,7 | 25,4 | 13,5  | 14,8         | 27,0      | 19,3                            |
|                                                                                            |           |                            | 2-1                      | —                   | —   | —    | 1,4  | 37,1 | 22,8  | 15,1         | 23,6      | 38,5                            |
|                                                                                            |           |                            | 1-0,5                    | —                   | —   | —    | —    | 3,1  | 50,1  | 17,9         | 28,9      | 53,2                            |
|                                                                                            |           |                            | 0,5-0,25                 | —                   | —   | —    | —    | —    | 3,4   | 47,2         | 49,4      | 50,6                            |

но с меньшей гумусностью второй почвы. В тучном черноземе доля участия фракции мельче 0,25 мм в более крупных фракциях меньше по сравнению с сильновыщелоченным черноземом. Она колеблется здесь около 45—50%. Доля более крупных агрегатов в структурных фракциях в пахотном слое, напротив, больше. С углублением по профилю и в этой почве водопрочность фракций сначала увеличивается, а затем уменьшается.

Пахотный слой карбонатного тучного чернозема отличается наибольшей водопрочностью структурных фракций, а также сильным снижением доли агрегатов <0,25 мм (12—15%) в составе более крупных отдельностей и сильным увеличением в них агрегатов от 2 до 1 (12—30%) и особенно от 1 до 0,5 мм (30—40%). Книзу и в этой почве водопрочность структуры сначала увеличивается, а затем уменьшается. Водопрочность мелких структурных фракций гораздо больше по сравнению с крупными. Во всех рассмотренных нами почвах она достигает 50—70 и даже 90%. Это, по-видимому, связано с различием в них группового состава микроагрегатов и физических свойств. Мелкие фракции, как уже указывалось, характеризуются большим содержанием железогуматных микроагрегатов, крупные — кальций-гуматных. В связи с отмеченным в более мелких агрегатах возникают железисто-глинисто-гуматные связи, отличающиеся большей прочностью, чем кальций-гуматные. Известную роль в этом играет и различная пористость (т. е. плотность упаковки) агрегатов разного размера. Мелкие агрегаты плотнее. Плотная упаковка обеспечивает более тесное соприкосновение и взаимодействие механических элементов и микроагрегатов, входящих в состав менее крупных структурных отдельностей.

Мы провели также сравнительное изучение водопрочности различных фракций разными методами — по Андриянову, Виленскому и Саввинову (Колоскова А. В. и др., 1965). Во всех случаях наименее водопрочными оказались агрегаты, принадлежащие дерново-подзолистым и светло-серым лесным почвам, наиболее водопрочными — агрегаты коричнево-серых почв. Черноземы заняли в этом отношении промежуточное положение.

Фракции, различные по размерам, показали разную водопрочность в зависимости от применявшейся методики определения. При определении водопрочности структуры, по Виленскому, она увеличивалась пропорционально увеличению размеров отдельностей. При определении названного показателя, по Саввинову и Андриянову, установлена обратная зависимость от размера агрегатов. Это различие, очевидно, обусловлено физическими свойствами структурных отдельностей. Мелкие агрегаты более плотны, пористость в них более тонкая. При определении водопрочности, по Виленскому, воздух, выходящий при ударах водяных капель, разрывает тонкопористые мелкие агрегаты. Из более рыхлых и крупных по размерам агрегатов воздух выходит спокойней и меньше их разрушает. При определении того же свойства по Саввинову и Андриянову, когда агрегаты предварительно взаимодействуют с водой и воздух из них вытесняется постепенно, водопрочность структуры возрастает с уменьшением размера отдельностей.

Воспользовавшись методикой, предложенной И. Н. Антиповым-Каратаевым с сотрудниками (1948), заключающейся в последовательном «снятии» с агрегата различных по форме связи фракций органического вещества, мы определили строение агрегатов дерново-среднеподзолистой, светло-серой и коричнево-серой лесных почв и выщелоченного чернозема (А. В. Колоскова, 1960; А. В. Колоскова, Л. А. Белоножко, 1966). Результаты исследования показали, что типы строения агрегатов лесостепных почв различны. Наиболее рыхлыми оказались агрегаты, выде-

ленные из выщелоченного чернозема, более компактными — из коричнево-серой почвы. Агрегаты, выделенные из дерново-подзолистой и светло-серой лесной почв заняли в этом отношении промежуточное положение. Агрегаты из коричнево-серой почвы по типу строения были отнесены нами к железисто-глинисто-гуминовым (тип Б), из дерново-подзолистой и светло-серой лесной почв и выщелоченного чернозема — к рыхло-гуматно-глинистым (тип А).

Принадлежность к одному и тому же типу строения (одинаковая «архитектура») агрегатов, выделенных из разных почв (дерново-подзолистая, светло-серая лесная, выщелоченный чернозем), не является подтверждением их полного тождества. «Клеи», участвующие в их образовании, значительно различаются, хотя они и удаляются после первой обработки. Несомненно, что в черноземе это будут преимущественно связанные с кальцием гуматы и отчасти фульваты, тогда как в дерново-подзолистой и светло-серой лесной почвах — это в основном фульвокислоты. Последнее определяет различную водопрочность, пористость и т. д. рассматриваемых агрегатов в пределах одного и того же типа строения.

Наши данные показали, что водопрочность структуры в почвах республики, а в связи с этим и их противозерозийная устойчивость возрастают от дерново-подзолистых почв к серым лесным, выщелоченным и обыкновенным черноземам и достигают максимума в тучных слабовыщелоченных черноземах и коричневых лесных почвах.

В связи с неодинаковой водопрочностью структуры и разной в связи с этим водопоглощающей способностью почв как в периоды снеготаяния, так и во время выпадения осадков на почвах будет формироваться поверхностный сток различной силы. Более сильный сток при относительно одинаковом характере рельефа, очевидно, будет создаваться на дерново-подзолистых и светло-серых лесных почвах, которые плохо пропускают влагу и сильно заплывают. Податливость эрозии этих почв будет высокой, т. е. интенсивность развития эрозионных процессов в очень сильной степени зависит от особенностей почвенного покрова.

Установленная закономерность указывает, что при проведении противозерозийных мероприятий, наряду с учетом особенностей рельефа (крутизна, длина и экспозиция склонов, степень расчленения территории и т. д.), необходимо строго учитывать генетические особенности почв и особенности возделываемых растений.

В северных нечерноземных районах Татарии противозерозийные мероприятия в первую очередь необходимо проводить на дерново-подзолистых и серых лесных почвах (особенно светло-серой их разновидности), так как они обладают меньшей противозерозийной устойчивостью. На этих почвах необходимо принять меры к улучшению их структуры, что может быть достигнуто их окультуриванием — созданием глубокого культурного пахотного слоя, внесением удобрений, особенно органических (навоза, торфа, торфо-навозных компостов, торфотуфов), известкованием, применением искусственных структуров. Окультуривание будет способствовать ослаблению проявления на этих почвах эрозионных процессов.

В черноземных районах наиболее податливыми эрозии будут сильновыщелоченные выпашанные черноземы, а также маломощные карбонатные малогумусные и среднегумусные черноземы, особенно при залегании на плотных породах, поскольку в последнем случае они являются более «сухими» и легче подвергаются сносу и развеванию. Следовательно, и в черноземных районах применение противозерозийных мероприятий должно производиться в каждом хозяйстве дифференцированно в зависимости от особенностей почвенного покрова.

## ЛИТЕРАТУРА

- Алов А. С. Структура почвы как фактор плодородия. СХГИЗ, 1960.
- Андрюханов П. И. О прочности почвенного комка и методах его изучения. Почвоведение, № 2, 1947.
- Антипов-Каратаев И. Н., Келлерман В. В., Хан Д. В. О почвенном агрегате и методах его исследования. АН СССР, 1948.
- Ахромейко А. И. Структура почвы. СХГИЗ, М., 1930.
- Баранов П. Ф. Курс общего земледелия, ч. I, СПб, 1903.
- Барсуков Л. Н., Бахарева З. Н. Роль мороза в годичном цикле структурного состояния почвы. Почвоведение, № 1, 1950.
- Бурлакова Л. М. Некоторые особенности структуры серых лесных и черноземно-луговых почв. НДВШ, № 3, 1959.
- Буров Д. И. К вопросу о зоне испарения воды в условиях черноземных почв Заволжья. Почвоведение, № 1, 1951.
- Буров Д. И. Роль структуры и строения почвы в защите воды от испарения в условиях Заволжья. Диссертация докторская, 1953, ТСХА.
- Буров Д. И. Влияние количественного содержания пылеватых элементов в пахотном слое на условия плодородия черноземных почв Заволжья. Почвоведение, № 12, 1954.
- Буров Д. И. Современные представления о строении и структурном составе пахотного слоя почвы. Известия Куйбышевск. СХИ, т. 17, 1965.
- Буров Д. И., Чуданов И. А. Улучшение структурных качеств почвы в севооборотах без многолетних трав. Известия Куйбышевск. СХИ, т. 17, 1965.
- Вершинин П. В. Механизм формирования макроструктуры почвы. Сб. труд. по агрофизике, в. 4, 1948.
- Вершинин П. В. Формирование почвенной структуры. Диссертация докт. Ленинградский с/х ин-т., 1953.
- Вершинин П. В. Почвенная структура и условия ее формирования. АН СССР, 1958.
- Вершинин П. В., Константинова В. П. Физико-химические основы искусственной структуры почв. СХГИЗ, 1935.
- Виленинский Д. Г. Влажность структурообразования почв, ее природа и значение в вопросах обработки почв. Тр. конф. по почвоведению и физиологии растений, т. I, Саратов, 1937.
- Виленинский Д. Г. Исследование процесса агрегирования почв. Почвоведение, № 8, 1940.
- Виленинский Д. Г. Агрегация почв, ее теория и практич. приложение. АН СССР, М., 1945.
- Вильямс В. Р. Почвоведение. СХГИЗ, 1947.
- Вильямс В. Р. Общее земледелие. Сочинения, т. 3, СХГИЗ, 1949.
- Винокуров М. А., Иванова Е. И. Качественный состав водопрочных агрегатов в зависимости от их размера. НДВШ, № 3, 1959.
- Винокуров М. А., Фаткуллин А. Ш. Групповой состав микроагрегатов в почвах Татарии. Тез. докл. итоговой научной конференции Казан. ун-та за 1960 г. Казань, 1961.
- Винокуров М. А., Фаткуллин А. Ш. Микроагрегаты в почвах Волжско-Камской лесостепи. В «Сб. докладов II Межобл. конф. почвоведов и агрохимиков Ср. Поволжья и Юж. Урала». Казань, 1962.
- Винокуров М. А., Фаткуллин А. Ш. В сб. Окультуривание и рац. использование почв и удобрений. Казань, 1964.
- Высоцкий Г. Н. Общие положения об агрономич. значении почвенной структуры. Материалы по выяснению вопроса о структуре почв. Тр. Международной ассоциации почвоведов, т. I, 1933.
- Владыченский С. А. Непрочно связанные гуминовые вещества почвенных коллоидов, как фактор агрономически ценной структуры. Почвоведение, № 11, 1939.
- Владыченский С. А., Лебедева Н. Л. Строение макроагрегатов некоторых южных черноземов и каштановых почв. Почвоведение, № 10, 1949.
- Галон Е. Н. Адсорбция ионов и молекул коллоидной фракцией почвы и строение почвенных коллоидов. Сб. Почвенный поглощающий комплекс и вопросы земледелия, ВАСХНИЛ, М., 1937.
- Гедройц К. К. К вопросу о почвенной структуре и сельскохозяйственном ее значении, 1936. Избр. сочинения, СХГИЗ, т. I, 1955.
- Гедройц К. К. Учение о поглотительной способности почв. СХГИЗ, М., 1933.
- Гедройц К. К. Положение вопроса о структуре почв. Тр. Междунар. ассоциации почвоведов, т. I, 1933.
- Гельцер Ф. Ю. Значение микроорганизмов в образовании перегноя и прочности структуры почвы. СХГИЗ, 1940.
- Гельцер Ф. Ю. Образование прочной структуры почвы. Докл. ВАСХНИЛ, № 3, 1943.
- Гельцер Ф. Ю. Значение деятельного перегноя и пути образования его в почвах. Тр. юбил. сессии, посвящ. 100-летию со дня рождения В. В. Докучаева. АН СССР, 1949.

- Диме В. Н. К вопросу об искусственной структуре почвы. Сб. тр. по агроном. физике, в. 8, 1960.
- Докучаев В. В. Наши степи прежде и теперь. СПб, 1892.
- Докучаев В. В. К учению о зонах природы. СПб, 1899.
- Докучаев В. В. Лекции о почвоведении. Полтава, 1901.
- Дояренко А. Г. К изучению структуры почвы, как соотношения некапиллярной и капиллярной скважности. Избр. работы, т. 1, М., 1926.
- Канивец И. И. Биохимические способы создания прочной структуры почв и роль в повышении урожайности культур свекловичного севооборота. Химизация соц. земледелия, № 6, 1938.
- Качинский Н. А. Структура почвы как один из факторов ее урожайности, М., 1931.
- Качинский Н. А. О структуре почвы. Тр. сов. секции МАП, т. 1, СХГИЗ, 1933.
- Качинский Н. А. О структуре почвы, некоторых водных ее свойствах и дифференциальной порозности. Почвоведение, № 6, 1947.
- Качинский Н. А. О некоторых неправильных теориях структурообразования почвы. Почвоведение, № 10, 1949.
- Качинский Н. А. Природа механической прочности и водопрочности почвенной структуры в связи с ее генезисом. Вестн. Моск. ун-та, № 1, 1958.
- Качинский Н. А. Проблема использования высокомолекулярных соединений для оструктуривания почв. Вестник Моск. ун-та, № 4, 1962.
- Качинский Н. А. Структура почвы. Изд. Моск. ун-та, 1963.
- Кварацхелия Н. Т. Механизм образования структуры под многолетними травами в условиях влажных субтропиков Закавказья. Почвоведение, № 11, 1951.
- Келлерман В. В. Физико-химические свойства водоустойчивых агрегатов в различных типах почв СССР. Вопросы физико-химии почв и методы исследования. АН СССР, 1959.
- Колоскова А. В. Строение агрегатов выщелоченных черноземов Тат. АССР, НДВШ, № 1, 1960.
- Колоскова А. В. Содержание кальций-гуматных и железо-гуматных микроагрегатов в водопрочных агрегатах разного размера. Сб. «Почвы Юж. Урала и Поволжья», № 4, 1960а.
- Колоскова А. В. Окультуривание почв методом создания глубокого пахотного слоя. В «сб. докладов на конференции по окультуриванию северных нечерноземных почв». Казань, 1962.
- Колоскова А. В. Окультуривание лесостепных почв. В сб. «Окультуривание и рац. использование почв и удобрений». Казань, 1964.
- Колоскова А. В. Водопрочная структура — один из факторов противоэрозионной устойчивости почв. Сб. «Окультуривание и рациональное использование почв». Изд. Казан. ун-та, 1964а.
- Колоскова А. В., Акбердина Р. Х. Качественный состав агрегатов некоторых почв Волжско-Камской лесостепи. Почвоведение, № 10, 1959.
- Колоскова А. В., Балахчев Г. А., Бурлаков А. А., Ерлыгин С. Ф., Янеев Г. П. Некоторые особенности структуры лесостепных почв. в «Сб. докл. III Межобл. конф. почвоведов Урала и Поволжья». Куйбышев, 1965.
- Колоскова А. В., Белоножко Л. А. Строение агрегатов лесостепных почв Татарии. НДВШ, № 2, 1966.
- Колоскова А. В., Шуклина Г. Н. Физико-химические свойства водопрочных агрегатов разного размера. НДВШ, № 1, 1961.
- Костычев П. А. Почва, ее обработка и удобрение, 1908.
- Костычев П. А. Почвоведение. СХГИЗ, 1940.
- Костычев П. А. Почвы черноземной области России, их происхождение, состав и свойства. Избр. тр. АН СССР, 1951.
- Лейн З. Я. К вопросу о формах связи гумуса с минеральной частью почвы. Почвоведение, № 10, 1940.
- Мальцев Т. С. О методах обработки почвы и посева, способствующих получению высоких и устойчивых урожаев с/х культур. СХГИЗ, 1954.
- Мишустин Е. Н. Микроорганизмы и плодородие почвы. АН СССР, 1956.
- Польский М. Н. К вопросу о порозности почвенных агрегатов. Почвоведение, № 4, 1949.
- Польский М. Н. Об изучении порозности и микроструктуры почвенных агрегатов в изолированных шлифах. Почвоведение, № 4, 1952.
- Пономарева С. И. Влияние деятельности дождевых червей на создание устойчивой в эрозионном отношении структуры почвы. Тр. юбилейной сессии, посвящ. 100-летию со дня рождения В. В. Докучаева. АН СССР, 1949.
- Пономарева С. И. Влияние жизнедеятельности дождевых червей на минерализацию растит. остатков. Почвоведение, № 8, 1952.
- Ревут И. Б. Приемы создания и поддержания водопрочности макроструктуры почвы. Физика в земледелии. Физматгиз, 1960.

- Рубашов А. Б. К вопросу о генезисе водопрочной структуры и роли ее в плодородии. Почвоведение, № 3, 1949.
- Рудаков К. И., Биркель М. Р. Развивающееся растение, микроорганизмы и прочная структура почвы. Микробиология, 18, в. 6, 1949.
- Рудаков К. И. Микроорганизмы и структура почвы. СХГИЗ, 1951.
- Рыжов С. Н. К определению порозности почвенных агрегатов. Сб. тр. по агрономической физике, в. 18, 1937.
- Саввинов Н. И. Структура почвы и ее прочность на целине, перелог и старопахотных участках. СХГИЗ, 1931.
- Саввинов Н. И. О структуре почвы. В кн. «Материалы к выяснению вопроса о структуре почвы», 1933.
- Саввинов Н. И. Структура почвы и ее производственное значение. Юбил. сборник, посвящ. В. Р. Вильямсу, 1935.
- Саввинов Н. И. Влияние многолетних трав на прочность структуры. Сб. «Физика почв в СССР», М., 1936.
- Сидери Д. И. О механизме структурообразования в почве. Химизация соц. земледелия, № 7—8, 1936.
- Сидери Д. И. Микроскопическое изучение структуры почвы. Химизация соц. земледелия, № 11, 1938.
- Сидери Д. И. Структура органо-минеральных соединений почвы и образование зернистой структуры черноземов. Почвоведение, № 1, 1946.
- Соколовский А. Н. Структура почв и ее сельскохозяйственная ценность. Почвоведение, № 1, 1933.
- Тюлин А. Ф. Вопросы почвенной структуры. Пермь, 1928.
- Тюлин А. Ф. Влияние полуторных окислов на стойкость почвенных агрегатов. Тр. ВИУАА, в. 2. Физико-химия почв, 1933.
- Тюлин А. Ф. О методах качественного и количественного определения почвенной структуры. Физика почв в СССР. СХГИЗ, 1936.
- Тюлин А. Ф. Состав и строение почвенных органо-минеральных гелей и почвенное плодородие. Тр. конференции по почвоведению и физиологии растений, т. 1, Саратов, 1937.
- Тюлин А. Ф. О формах связи гуминовых веществ с минеральной частью почвенных коллоидов и об их значении для понимания различных свойств почвенных коллоидов. Почвоведение, № 7—8, 1938.
- Тюлин А. Ф. Неоднородность почвенных органо-минеральных коллоидов в зависимости от различного количественного содержания в них полуторных окислов. Почвоведение, № 7, 1939.
- Тюлин А. Ф. Методы пептизационного анализа в связи с вопросом об общих закономерностях в химических и физических свойствах почв. Почвоведение, № 4—5, 1943.
- Тюлин А. Ф. Коллоидно-химическое изучение почв в агрономических целях. АН СССР, 1946.
- Тюлин А. Ф. Вопросы почвенной структуры в лесу. Почвоведение, № 1, 1954.
- Тюлин А. Ф. Вопросы почвенной структуры в лесу. Почвоведение, № 1, 1955.
- Тюлин А. Ф. Органо-минеральные коллоиды в почве, их генезис и значение для корневого питания высших растений. АН СССР, 1958.
- Тюлин А. Ф., Скляр А. Н. Пористость почвенных агрегатов и механическое поглощение суспензий в почве. Тр. ВИУАА, в. 18, 1937.
- Францессон В. А. Основные вопросы освоения и дальнейшего использования целинных и залежных земель. В кн. «Об освоении и дальнейшем использовании целинных и залежных земель». СХГИЗ, 1955.
- Францессон В. А., Герасимова А. В. Вопросы структуры и сохранения плодородия вновь освоенных черноземных почв Северного Казахстана и Зап. Сибири. Земледелие, № 3, 1959.
- Хан Д. В. Влияние перегнойных веществ, состава минералов и обменных катионов на образование водопрочных агрегатов в черноземных почвах. Почвоведение, № 4, 1957.
- Allison L. E. Effect of synthetic polyelectrolytes on the structure of saline and alkali soils. Soil sci., v. 73, № 6, 1952.
- Baver L. D. Soil physics. New York, 1942.
- Emerson W. W. Synthetic soil conditioners. J. Agric. Sci., v. 47, № 1, 1956.
- Kubiena W. Micropedology. Ames. Iowa, 1938.
- Low A. I. The study of soil structure in the field and the laboratory. J. of soil sci., v. 5, № 1, 1954.
- Russel E. W. Soil structure. Imperial Bureau of soil science technical communication, № 37, 1938.
- Schubler G. Grundsätze der Agrikulturchemie in näherer Beziehung auf Land und forstwirtschaftliche Gewerh. 1838.
- Schumacher W. Die Physik der Boden in ihren theoretischen und praktischen Beziehungen zur Laudwirtschaft. Berlin, 1864.
- Sekera F. Die optimale Bodenstruktur. Dtsch. Laudwirtsch., № 9, 1955.
- Wollny E. Forschungen aus dem Gebiete der Agrikulturphysik. Heidelberg, 1878—1898.

*А. В. Колоскова*

## **О ФОРМАХ ВОДЫ В ПОЧВАХ ВОЛЖСКО-КАМСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ**

Известно, что в зависимости от количественного содержания и характера взаимодействия с твердой фазой почвы влага, находящаяся в ней, отличается различной подвижностью и различной доступностью для растений. В связи с этим она подразделяется на ряд категорий и форм (А. А. Роде, 1952, 1956, 1956 а, 1963).

Мы полностью присоединяемся к утверждению С. И. Долгова о том, что «главное и первое значение почвенной влаги в процессах почвообразования (а, отсюда и в сельскохозяйственном использовании почв) заключается в том, что она является самым важным фактором плодородия почв в самом широком смысле этого слова, что только ее наличие (в присутствии самого минимального количества питательных веществ) делает возможным развитие на субстрате геологической породы живых организмов — примитивных или высокоорганизованных растений, и тем кладет начало образованию почвы» (1954, стр. 57).

Учитывая огромную роль влаги в процессах почвообразования и в жизни растений, с одной стороны, и недостаточную освещенность в литературе вопроса о формах воды в сложной гамме почв Волжско-Камской лесостепи, с другой, мы приводим имеющиеся у нас в этом отношении данные, полагая, что они могут также оказаться полезными при проведении некоторых мелиоративных мероприятий.

Количество влаги в почве, а следовательно, и ее формы определяются комплексом причин (механический состав, содержание гумуса, состав поглощающего комплекса, макро- и микроструктура, скважность, поле севооборота, биологические особенности растений и фаза их роста, метеорологические условия и многое другое). Среди них важная роль принадлежит генетическим особенностям почв, в связи с чем изложение материала мы ведем именно в этом плане.

Мы определяли максимальную гигроскопичность основных типов и подтипов почв Татарской АССР (по Николаеву). Влага, соответствующая максимальной гигроскопичности, принята нами за воду, недоступную для растений. Для получения данных, сопоставимых с проводимыми Гидрометслужбой, при вычислении в почвах запасов воды труднодоступной растениям мы приняли коэффициент 0,34 воды максимально гигроскопической. Мы подсчитали также возможные запасы высокопродуктивной влаги в этих почвах при их капиллярном увлажнении (по диапозону активной влаги), учитывая однако, что такие большие запасы высокопродуктивной воды в почвах имеют место лишь ограниченное время — весной при снеготаянии, осенью при наличии продолжительных

дождей. Обычно же они меньше. Наши данные получены для пахотных почв. Конкретные средние запасы различных категорий почвенной влаги для основных типов почв Волжско-Камской лесостепи на примере Татарской АССР, выявляя их генетические особенности, могут быть полезны, а иногда необходимы при почвенно-гидрологических расчетах. Подобная точка зрения разделяется А. А. Роде (1963) и С. И. Долговым (1963).

Для сопоставления запасов различных категорий почвенной влаги (недоступная, малопродуктивная, высокопродуктивная) в разных типах и подтипах почв объекта наших исследований, а также установления зависимости их от механического состава почв, мы произвели обработку полученных экспериментальных данных методом вариационной статистики. Нами вычислены следующие показатели:

1. Средняя арифметическая величина

$$M = \frac{M_1 + M_2 + \dots + M_n}{n},$$

где  $M_1$  — числовая величина отдельного определения,

$n$  — число определений (в нашем случае  $n$  варьировало от 3 до 6).

2. Среднее квадратичное отклонение или средняя квадратичная ошибка.

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum (M - a)^2}{n - 1}},$$

где  $\Sigma$  — знак суммирования,

$M$  — средняя арифметическая величина,

$a$  — результат отдельного определения,

$n$  — число определений.

3. Средняя ошибка среднего арифметического

$$m = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}},$$

где  $\sigma$  — среднее квадратичное отклонение,

$n$  — число определений.

4. Средняя относительная квадратичная ошибка или коэффициент варьирования

$$V = \frac{\sigma}{M} \cdot 100\%,$$

где  $\sigma$  — среднее квадратичное отклонение,

$M$  — средняя арифметическая величина.

5. Относительная ошибка среднего арифметического или показатель точности среднего арифметического

$$P = \frac{m}{M} \cdot 100\%.$$

где  $m$  — средняя ошибка среднего арифметического,

$M$  — средняя арифметическая величина.

В таблице 1 приведены средние послойные запасы недоступной для растений и малопродуктивной влаги в нечерноземных почвах, обработанные математически. Рассмотрение таблицы убеждает нас в том, что величина запасов названных форм воды находится в тесной зависимости от генетических особенностей почв и их механического состава. Так в дерново-среднеподзолистых среднесуглинистых почвах в слое 0—25 см содержится около 16 мм недоступной для растений влаги, в том же слое почв тяжелосуглинистого механического состава — 24 мм. Подобные различия прослеживаются и при вычислении послойных запасов этой

Таблица 1

## Средние запасы недоступной и малопродуктивной воды в нечерноземных почвах Татарии

| Почвы и механический состав                                                 | Мощность слоя, см | Вода недоступная, мм |      |      |      |      | Вода малопродуктивная, мм |      |      |      |      |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------|------|------|------|------|---------------------------|------|------|------|------|
|                                                                             |                   | M                    | ±σ   | ±m   | v %  | p %  | M                         | ±σ   | ±m   | v %  | p %  |
| Дерново-среднеподзолистые<br>среднесуглинистые иловато-пыле-<br>ватые       | 0-25              | 15,9                 | 3,8  | 1,9  | 24,2 | 12,1 | 5,0                       | 1,2  | 0,6  | 24,0 | 12,0 |
|                                                                             | 0-50              | 47,7                 | 13,0 | 6,5  | 27,4 | 13,6 | 16,0                      | 4,7  | 2,3  | 29,4 | 14,4 |
|                                                                             | 0-100             | 122,0                | 15,6 | 7,8  | 12,8 | 6,4  | 41,5                      | 4,8  | 2,4  | 11,6 | 5,8  |
|                                                                             | 0-150             | 194,0                | 14,6 | 7,3  | 7,5  | 3,8  | 67,2                      | 5,4  | 2,7  | 8,0  | 4,0  |
|                                                                             | 0-200             | 231,7                | 26,3 | 13,1 | 10,4 | 5,2  | 85,2                      | 9,0  | 4,5  | 10,5 | 5,3  |
| Дерново-среднеподзолистые<br>тяжелосуглинистые иловато-пы-<br>леватые       | 0-25              | 24,0                 | 4,5  | 2,6  | 18,7 | 10,8 | 8,3                       | 1,6  | 0,9  | 19,3 | 10,8 |
|                                                                             | 0-50              | 62,4                 | 11,6 | 6,7  | 18,6 | 10,7 | 19,6                      | 5,8  | 3,3  | 29,6 | 16,8 |
|                                                                             | 0-100             | 147,3                | 23,4 | 13,5 | 15,9 | 9,2  | 51,3                      | 6,0  | 3,5  | 11,7 | 6,8  |
|                                                                             | 0-150             | 241,7                | 37,6 | 21,7 | 15,6 | 9,0  | 83,0                      | 11,2 | 6,5  | 13,5 | 7,8  |
|                                                                             | 0-200             | 348,5                | 85,5 | 60,5 | 24,5 | 17,3 | 120,0                     | 26,8 | 19,0 | 22,3 | 15,8 |
| Светло-серые лесные средне-<br>суглинистые иловато-пылеватые<br>и пылеватые | 0-25              | 18,3                 | 1,1  | 0,6  | 6,0  | 3,3  | 6,3                       | 0,6  | 0,3  | 9,5  | 4,8  |
|                                                                             | 0-50              | 59,7                 | 8,8  | 5,1  | 14,7 | 8,5  | 20,3                      | 3,0  | 1,7  | 14,8 | 8,5  |
|                                                                             | 0-100             | 144,3                | 22,4 | 12,9 | 15,5 | 8,9  | 49,3                      | 7,4  | 4,3  | 15,0 | 8,7  |
|                                                                             | 0-150             | 220,8                | 41,7 | 24,1 | 18,9 | 10,9 | 75,0                      | 14,8 | 8,5  | 19,7 | 11,3 |
|                                                                             | 0-200             | 288,3                | 77,1 | 44,6 | 26,8 | 15,5 | 98,0                      | 26,5 | 15,3 | 27,0 | 15,6 |
| Светло-серые лесные тяжело-<br>суглинистые иловато-пылеватые                | 0-25              | 24,0                 | 5,1  | 2,1  | 21,2 | 8,7  | 8,5                       | 1,8  | 0,7  | 21,2 | 8,2  |
|                                                                             | 0-50              | 67,7                 | 8,3  | 3,4  | 12,3 | 5,0  | 23,1                      | 2,2  | 0,9  | 9,5  | 3,2  |
|                                                                             | 0-100             | 160,8                | 14,7 | 6,0  | 9,1  | 3,7  | 54,8                      | 5,1  | 2,1  | 9,3  | 3,8  |
|                                                                             | 0-150             | 245,0                | 39,3 | 16,0 | 56,0 | 6,5  | 81,8                      | 12,2 | 5,0  | 14,9 | 6,1  |
|                                                                             | 0-200             | 359,0                | 33,4 | 14,9 | 9,3  | 4,1  | 123,6                     | 12,8 | 5,7  | 10,3 | 4,6  |
| Серые лесные среднесуглини-<br>стые иловато-пылеватые и пыле-<br>ватые      | 0-25              | 18,3                 | 1,6  | 0,9  | 8,7  | 4,9  | 6,3                       | 0,6  | 0,3  | 9,5  | 4,8  |
|                                                                             | 0-50              | 45,0                 | 14,5 | 8,4  | 32,2 | 18,7 | 16,6                      | 2,5  | 1,4  | 15,1 | 8,4  |
|                                                                             | 0-100             | 129,0                | 23,0 | 13,3 | 17,8 | 10,3 | 44,6                      | 6,1  | 3,5  | 13,7 | 7,8  |
|                                                                             | 0-150             | 202,6                | 38,1 | 21,9 | 18,8 | 10,8 | 70,0                      | 9,2  | 5,3  | 13,1 | 7,6  |
|                                                                             | 0-200             | 269,0                | 55,2 | 31,9 | 20,5 | 11,9 | 93,0                      | 17,0 | 9,8  | 18,3 | 10,5 |
| Серые лесные тяжелосуглини-<br>стые иловато-пылеватые                       | 0-25              | 23,5                 | 5,8  | 2,4  | 24,7 | 10,2 | 8,0                       | 1,8  | 0,7  | 22,5 | 8,8  |
|                                                                             | 0-50              | 58,8                 | 11,1 | 4,5  | 18,9 | 7,6  | 20,1                      | 2,6  | 1,1  | 12,9 | 6,5  |
|                                                                             | 0-100             | 149,3                | 22,1 | 9,0  | 14,8 | 6,0  | 51,1                      | 6,0  | 2,4  | 12,7 | 4,7  |
|                                                                             | 0-150             | 249,5                | 54,7 | 22,3 | 21,9 | 8,9  | 79,7                      | 17,3 | 7,1  | 21,7 | 8,9  |
|                                                                             | 0-200             | 305,5                | 52,4 | 23,4 | 17,1 | 7,6  | 104,4                     | 17,6 | 7,9  | 16,9 | 7,5  |

формы воды с последующим вовлечением нижележащих горизонтов, т. е. по слоям возрастающей мощности нарастающим итогом. При этом обращает внимание отсутствие кратности в увеличении мощности почвенных слоев и запасов недоступной воды. Так, в слое мощностью 0—50 см первой почвы запас недоступной воды составляет почти 48 мм, в том же слое второй — 62 мм, т. е. при двукратном увеличении мощности почвенного слоя запас недоступной воды увеличивается в 2,5—3 раза. Еще большим это различие становится в последующих слоях. Так, в слоях этих же почв мощностью 0—100 и 0—150 см запасы недоступной воды составляют 122—147 и 194—242 мм, т. е. при увеличении мощности почвенного слоя в 4 раза количество недоступной воды возрастает в 6—8 раз, а при увеличении мощности слоя в 6 раз — в 10—12 раз. Эти данные убеждают в том, что верхние горизонты дерново-подзолистых почв, благодаря обедненности их коллоидно-глинистой фракцией, связывают прочно сравнительно небольшое количество воды. Способность связывать воду резко возрастает в их иллювиальных горизонтах, обогащенных коллоидным материалом. Залегание иллювиальных горизонтов на небольшой глубине приводит к перехватыванию ими влаги, поступающей в почву.

Свойства всех почв отличаются пространственной изменчивостью. Материал же мы собирали в различных агропочвенных и административных районах республики. В связи с этим считаем, что полученные нами средняя ошибка средней арифметической ( $m$ ) и показатель ее точности ( $p$ ) являются допустимыми для целей сравнительной характеристики почв и проведения некоторых расчетов. В верхних горизонтах нечерноземных почв значения  $m$  колеблются в слое 0—25 см от 1,9 до 2,6, в слое 0—50 см — от 3,4 до 8,4. Глубже они заметно возрастают в связи с неодинаковым расположением иллювиальных горизонтов от дневной поверхности и различием механического и минералогического состава почв и почвообразующих пород.

Аналогичные изменения в поведении прочносвязанной воды наблюдаются в светло-серых и серых лесных почвах как среднесуглинистого, так и тяжелосуглинистого механического состава. Здесь можно отметить лишь то обстоятельство, что абсолютные послойные запасы недоступной для растений влаги при идентичности механического состава в светло-серых лесных почвах несколько больше, чем в дерново-подзолистых. В серых лесных почвах это различие наблюдается лишь в разнородностях среднесуглинистого механического состава. В слоях 0—25 и 0—50 см тяжелосуглинистых серых почв (по-видимому, в связи с лучше выраженной микроструктурой) наблюдается незначительное уменьшение запасов недоступной воды, по сравнению с теми же слоями дерново-подзолистых и светло-серых почв. Все отмеченные особенности имеют место и в изменении послойных запасов малопродуктивной воды.

В таблице 2 приведены возможные запасы общей и высокопродуктивной воды в нечерноземных почвах республики при их капиллярном увлажнении.

Из таблицы видно, что их изменение также подчинено определенной закономерности. Послойные общие запасы воды увеличиваются в пределах подтипа с утяжелением механического состава. С некоторой условностью можно сказать, что сохраняется кратность в увеличении мощности почвенных слоев и общих запасов воды, начиная со слоя 0—25 и кончая слоем 0—200 см. Средняя ошибка ( $m$ ) и показатель точности определений ( $p$ ), особенно для слоев небольшой мощности, невелики. Так, величина  $m$  в слое 0—25 см меняется от 2,4 до 6,6, величина  $p$  — от 2,4 до 6,9, а в слое мощностью 0—50 см от 1,6 до 9,2 первая и от 0,8 до 4,8 второй.

Таблица 2  
Средние запасы общей и высокопродуктивной воды при капиллярном увлажнении нечерноземных почв Татарии

| Почвы и механический состав                                                     | Мощ-<br>ность<br>слоя, см | Вода общая, мм |       |      |      |      | Вода высокопродуктивная, мм |       |      |      |      |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------|-------|------|------|------|-----------------------------|-------|------|------|------|
|                                                                                 |                           | M              | ±σ    | ±m   | v %  | p %  | M                           | ±σ    | ±m   | v %  | p %  |
| Дерново-среднеподзолистые<br>среднесуглинистые иловато-пыле-<br>ватые и пылевые | 0-25                      | 95,0           | 13,3  | 6,6  | 14,0 | 6,9  | 74,2                        | 10,2  | 5,1  | 13,7 | 6,9  |
|                                                                                 | 0-50                      | 193,2          | 18,5  | 9,2  | 9,6  | 4,8  | 129,0                       | 12,6  | 6,3  | 9,8  | 4,9  |
|                                                                                 | 0-100                     | 372,0          | 41,9  | 20,9 | 11,3 | 5,6  | 207,5                       | 35,2  | 17,6 | 16,9 | 8,5  |
|                                                                                 | 0-150                     | 552,2          | 58,3  | 29,1 | 10,5 | 5,3  | 291,0                       | 50,8  | 25,4 | 17,5 | 8,7  |
|                                                                                 | 0-200                     | 723,7          | 84,3  | 42,1 | 11,7 | 5,8  | 385,5                       | 61,7  | 30,8 | 16,0 | 8,0  |
| Дерново-среднеподзолистые тя-<br>желосуглинистые иловато-пыле-<br>ватые         | 0-25                      | 99,6           | 14,2  | 8,2  | 14,3 | 8,2  | 67,6                        | 8,9   | 5,1  | 13,2 | 7,5  |
|                                                                                 | 0-50                      | 196,0          | 11,2  | 6,5  | 5,7  | 3,3  | 112,0                       | 16,6  | 9,6  | 14,8 | 8,6  |
|                                                                                 | 0-100                     | 391,3          | 25,3  | 14,6 | 6,5  | 3,7  | 191,0                       | 7,8   | 4,5  | 4,1  | 2,4  |
|                                                                                 | 0-150                     | 567,0          | 38,9  | 22,5 | 6,9  | 4,0  | 238,3                       | 11,1  | 6,4  | 4,7  | 2,7  |
|                                                                                 | 0-200                     | 722,5          | 58,7  | 41,7 | 8,1  | 5,8  | 254,5                       | 54,3  | 38,6 | 21,3 | 15,1 |
| Светло-серые лесные средне-<br>суглинистые иловато-пылевые<br>и пылевые         | 0-25                      | 90,6           | 9,9   | 5,7  | 10,9 | 6,3  | 65,6                        | 9,8   | 5,7  | 14,9 | 8,7  |
|                                                                                 | 0-50                      | 187,3          | 9,9   | 5,7  | 5,3  | 3,0  | 106,3                       | 18,0  | 10,4 | 16,9 | 9,8  |
|                                                                                 | 0-100                     | 388,6          | 26,0  | 15,0 | 6,7  | 3,9  | 194,3                       | 45,0  | 26,0 | 23,1 | 13,4 |
|                                                                                 | 0-150                     | 577,6          | 56,8  | 32,8 | 9,8  | 5,9  | 249,6                       | 86,1  | 49,7 | 34,5 | 19,9 |
|                                                                                 | 0-200                     | 703,0          | 123,0 | 71,6 | 17,6 | 10,2 | 303,6                       | 129,4 | 74,7 | 42,6 | 24,6 |
| Светло-серые лесные тяжело-<br>суглинистые иловато-пылевые                      | 0-25                      | 101,8          | 5,8   | 2,4  | 5,7  | 2,4  | 69,1                        | 8,5   | 3,5  | 12,3 | 5,1  |
|                                                                                 | 0-50                      | 196,8          | 9,8   | 4,0  | 5,0  | 2,0  | 106,3                       | 15,6  | 6,4  | 14,7 | 6,0  |
|                                                                                 | 0-100                     | 397,8          | 22,9  | 9,3  | 6,1  | 2,3  | 189,0                       | 47,3  | 19,3 | 25,0 | 10,2 |
|                                                                                 | 0-150                     | 598,3          | 5,1   | 2,1  | 8,7  | 0,4  | 277,1                       | 60,4  | 24,6 | 21,8 | 8,9  |
|                                                                                 | 0-200                     | 800,0          | 22,6  | 10,1 | 2,8  | 1,3  | 323,4                       | 81,0  | 33,1 | 25,1 | 10,2 |
| Серые лесные средне-суглини-<br>стые иловато-пылевые и пыле-<br>ватые           | 0-25                      | 98,6           | 5,7   | 3,3  | 5,8  | 3,3  | 75,3                        | 7,2   | 4,2  | 9,6  | 5,6  |
|                                                                                 | 0-50                      | 195,0          | 3,4   | 2,0  | 1,7  | 1,0  | 130,0                       | 12,5  | 7,2  | 9,6  | 5,5  |
|                                                                                 | 0-100                     | 390,3          | 1,3   | 0,7  | 0,3  | 0,2  | 213,3                       | 25,1  | 14,5 | 11,8 | 6,9  |
|                                                                                 | 0-150                     | 591,0          | 9,6   | 5,5  | 1,6  | 0,9  | 311,6                       | 40,3  | 23,3 | 12,9 | 7,5  |
|                                                                                 | 0-200                     | 797,3          | 6,7   | 3,9  | 0,8  | 0,5  | 429,3                       | 65,2  | 37,7 | 15,2 | 8,8  |
| Серые лесные тяжело-суглини-<br>стые иловато-пылевые                            | 0-25                      | 107,3          | 10,5  | 4,3  | 9,8  | 3,6  | 75,6                        | 15,2  | 6,2  | 20,1 | 8,2  |
|                                                                                 | 0-50                      | 198,7          | 4,0   | 1,6  | 2,0  | 0,8  | 121,3                       | 24,5  | 10,0 | 20,2 | 8,2  |
|                                                                                 | 0-100                     | 399,7          | 34,4  | 14,1 | 8,6  | 3,5  | 200,3                       | 51,8  | 21,2 | 25,5 | 10,6 |
|                                                                                 | 0-150                     | 593,7          | 40,4  | 16,5 | 6,8  | 2,8  | 281,6                       | 58,4  | 23,8 | 20,8 | 8,5  |
|                                                                                 | 0-200                     | 814,8          | 37,2  | 16,6 | 4,6  | 2,0  | 403,4                       | 76,2  | 34,1 | 18,9 | 8,5  |

Наблюдается тенденция некоторого увеличения общей водоудерживающей способности от дерново-подзолистых почв к серым лесным.

Изменение запасов высокопродуктивной влаги при капиллярном увлажнении рассматриваемых почв подчиняется иной закономерности. Для дерново-подзолистых и серых лесных почв наблюдается уменьшение послойных запасов высокопродуктивной воды с утяжелением механического состава. При этом кратность между увеличением мощности слоев и запасов продуктивной воды не сохраняется. Нарастание запасов высокопродуктивной воды отстает от нарастания мощности слоев, особенно при утяжелении механического состава.

Так, в дерново-среднеподзолистых среднесуглинистых почвах в слое 0—25 см запас высокопродуктивной воды составляет 74 мм, в слое 0—50 см — 129 мм, в слое 0—100 см — 207 мм и в слое 0—150 см — 291 мм, т. е. при увеличении мощности почвенных слоев в 2,4 и 6 раз запас мобильной воды в них увеличивается в 1,7, 2,8 и 4 раза. Такие же изменения этой формы воды происходят в дерново-среднеподзолистых тяжелосуглинистых почвах и серых лесных. Результаты математической обработки свидетельствуют о достаточной точности полученных результатов. Сравнение данных таблиц 1 и 2 показывает, что изменение запасов недоступной и малопродуктивной влаги, с одной стороны, и высокопродуктивной, с другой, в пределах двухметровых толщ нечерноземных почв происходит взаимнопротивоположно. Увеличение запасов связанной воды с глубиной происходит более резко, чем возрастание мощности почвенных слоев; увеличение количества подвижной воды, напротив, отстает от него.

В таблице 3 приведены средние послойные запасы недоступной и малопродуктивной влаги в темно-серых почвах и черноземах. Они также подчеркивают генетические особенности рассматриваемых почв и обнаруживают зависимость от их механического состава. Это очень наглядно прослеживается на примере темно-серых тяжелосуглинистых и легкоглинистых почв. В первых из них послойные запасы недоступной влаги нарастающим итогом составляют: в слое 0—25 см — 24,6 мм, в слое 0—50 см — 61,3 мм, в слое 0—100 см — 135,6 мм, в слое 0—150 см — 216,0 мм, в слое 0—200 см — 291,6 мм. В тех же слоях вторых они равны: 28,8 70,0, 160,2, 244,2 и 321,1 мм. В темно-серых почвах, подобно рассмотренным ранее светло-серым и серым, а также дерново-подзолистым почвам, в увеличении количества недоступной влаги полного соответствия с увеличением мощности слоев нет: нарастание запаса недоступной воды происходит более интенсивно. В слое 0—25 см темно-серых почв, в связи с их большей гумусностью, количество недоступной воды больше, чем в тех же слоях только что перечисленных почв.

Рассматривая поведение недоступной влаги в черноземах, можно отметить следующее. Запас недоступной воды в верхней части гумусового профиля черноземов (слой 0—25 см) больше, чем в слое той же мощности нечерноземных почв. Он увеличивается от оподзоленных черноземов к выщелоченным среднегумусным и, достигая максимума в черноземах выщелоченных тучных, несколько уменьшается в типичных, обыкновенных и карбонатных. При близкой гумусированности (черноземы выщелоченные среднегумусные) на величину запаса недоступной воды в черноземах влияет их механический состав. В легкоглинистых разновидностях в пределах двухметровых толщ он больше, чем в тяжелосуглинистых. Улучшение структурности черноземов, сопровождающееся уменьшением их удельной поверхности, способствует некоторому уменьшению содержания в них недоступной воды. Это можно проследить при сравнении ее послойных запасов в тучных выщелоченных черноземах, с одной стороны, и в типичных, с другой. Структура лучше выра-

Средние послонные запасы недоступной и малопродуктивной влаги  
в темно-серых почвах и черноземах

| Почва и механический состав                                       | Мощность слоя, мм | Вода недоступная, мм |      |      |      |     | Вода малопродуктивная, мм |      |     |      |     |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------|------|------|------|-----|---------------------------|------|-----|------|-----|
|                                                                   |                   | M                    | ±σ   | ±m   | V%   | P%  | M                         | ±σ   | ±m  | V%   | P%  |
| Темно-серые лесные<br>тяжелосуглинистые<br>иловатые-пылевые       | 0-25              | 24,6                 | 2,0  | 1,2  | 8,1  | 4,9 | 8,3                       | 0,6  | 0,3 | 7,2  | 3,6 |
|                                                                   | 0-50              | 61,3                 | 4,0  | 2,3  | 6,5  | 3,7 | 20,6                      | 1,1  | 0,6 | 5,3  | 2,9 |
|                                                                   | 0-100             | 135,6                | 6,5  | 3,2  | 4,8  | 2,4 | 46,0                      | 2,0  | 1,2 | 4,3  | 2,6 |
|                                                                   | 0-150             | 216,0                | 7,9  | 4,6  | 3,7  | 2,1 | 73,0                      | 2,5  | 1,4 | 3,4  | 1,9 |
|                                                                   | 0-200             | 291,6                | 3,0  | 1,7  | 10,3 | 0,6 | 99,0                      | 1,0  | 0,6 | 1,0  | 0,6 |
| Темно-серые лесные<br>легкоглинистые ило-<br>ватые-пылевые        | 0-25              | 28,8                 | 1,9  | 0,8  | 6,4  | 2,8 | 10,0                      | 0,6  | 0,3 | 6,0  | 3,0 |
|                                                                   | 0-50              | 70,0                 | 5,6  | 2,5  | 8,0  | 3,6 | 24,0                      | 2,0  | 0,9 | 8,3  | 3,7 |
|                                                                   | 0-100             | 160,2                | 8,7  | 3,9  | 5,4  | 2,4 | 55,4                      | 2,2  | 1,0 | 4,0  | 1,8 |
|                                                                   | 0-150             | 244,2                | 23,8 | 10,6 | 9,8  | 4,3 | 83,6                      | 6,6  | 2,9 | 7,9  | 3,5 |
|                                                                   | 0-200             | 321,2                | 47,8 | 21,3 | 14,9 | 6,6 | 109,8                     | 15,2 | 6,8 | 13,8 | 6,2 |
| Черноземы оподзоленные<br>тяжелосуглинистые и<br>легкоглинистые   | 0-25              | 32,0                 | 5,2  | 3,0  | 16,2 | 9,4 | 11,0                      | 1,7  | 1,0 | 15,5 | 9,1 |
|                                                                   | 0-50              | 68,3                 | 9,3  | 5,4  | 13,6 | 7,9 | 23,3                      | 3,0  | 1,7 | 12,9 | 7,3 |
|                                                                   | 0-100             | 155,0                | 18,0 | 10,4 | 11,6 | 6,7 | 52,6                      | 6,4  | 3,7 | 12,2 | 7,0 |
|                                                                   | 0-150             | 234,0                | 27,1 | 15,6 | 10,6 | 6,1 | 86,6                      | 8,9  | 5,1 | 10,3 | 5,9 |
|                                                                   | 0-200             | 361,0                | 18,4 | 13,0 | 5,1  | 3,6 | 122,5                     | 6,3  | 4,5 | 5,1  | 3,7 |
| Черноземы выщелочен-<br>ные среднеуглинистые<br>тяжелосуглинистые | 0-25              | 32,8                 | 1,8  | 0,8  | 5,5  | 2,4 | 10,8                      | 0,8  | 0,4 | 7,4  | 3,7 |
|                                                                   | 0-50              | 67,2                 | 4,7  | 2,1  | 7,0  | 3,1 | 22,8                      | 1,5  | 0,7 | 7,0  | 3,1 |
|                                                                   | 0-100             | 139,0                | 7,6  | 3,4  | 5,5  | 2,4 | 47,4                      | 2,6  | 1,2 | 5,5  | 2,5 |
|                                                                   | 0-150             | 212,0                | 10,4 | 5,2  | 4,9  | 2,4 | 72,2                      | 3,5  | 1,7 | 4,8  | 2,4 |
|                                                                   | 0-200             | 285,0                | 13,0 | 7,5  | 4,6  | 2,6 | 97,0                      | 4,0  | 2,3 | 4,1  | 2,4 |
| Черноземы выщелочен-<br>ные среднеуглинистые<br>легкоглинистые    | 0-25              | 33,5                 | 3,3  | 1,3  | 9,9  | 3,9 | 11,3                      | 1,3  | 0,5 | 11,5 | 4,4 |
|                                                                   | 0-50              | 71,3                 | 4,8  | 2,0  | 6,7  | 2,8 | 24,3                      | 2,1  | 0,9 | 8,6  | 3,7 |
|                                                                   | 0-100             | 151,8                | 7,8  | 3,2  | 5,1  | 2,1 | 51,5                      | 2,6  | 1,1 | 5,0  | 2,1 |
|                                                                   | 0-150             | 230,0                | 10,6 | 4,3  | 4,6  | 1,9 | 78,2                      | 3,8  | 1,5 | 4,9  | 1,9 |
|                                                                   | 0-200             | 311,3                | 8,6  | 5,0  | 2,8  | 1,6 | 105,6                     | 2,5  | 1,4 | 2,4  | 1,3 |

| Почва и механический состав                                                           | Мощность слоя, мм | Вода недоступная, мм |      |      |      |      | Вода малопроductивная, мм |      |      |      |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------|------|------|------|------|---------------------------|------|------|------|------|
|                                                                                       |                   | M                    | ±σ   | ±m   | V%   | P%   | M                         | ±σ   | ±m   | V%   | P%   |
| Черноземы выщелоченные<br>тяжелосуглинистые<br>и легкогоглинистые                     | 0-25              | 35,5                 | 5,9  | 2,9  | 16,6 | 8,2  | 12,0                      | 1,8  | 0,9  | 15,0 | 7,5  |
|                                                                                       | 0-50              | 75,2                 | 9,6  | 4,8  | 12,8 | 6,4  | 25,7                      | 3,3  | 1,6  | 12,8 | 6,2  |
|                                                                                       | 0-100             | 159,7                | 19,3 | 9,6  | 12,1 | 6,0  | 54,2                      | 6,7  | 3,3  | 12,4 | 6,1  |
|                                                                                       | 0-150             | 250,0                | 33,6 | 16,8 | 13,4 | 6,7  | 84,2                      | 11,5 | 5,7  | 13,7 | 6,8  |
|                                                                                       | 0-200             | 350,0                | 70,7 | 5,0  | 20,2 | 14,0 | 119,0                     | 24,0 | 16,9 | 20,2 | 14,2 |
| Черноземы типичные<br>тяжелосуглинистые<br>и легкогоглинистые                         | 0-25              | 33,7                 | 4,0  | 2,0  | 11,9 | 5,9  | 11,5                      | 1,2  | 0,6  | 10,4 | 5,2  |
|                                                                                       | 0-50              | 71,7                 | 5,9  | 2,9  | 8,2  | 4,0  | 24,2                      | 2,1  | 1,0  | 8,7  | 4,1  |
|                                                                                       | 0-100             | 146,5                | 8,2  | 4,1  | 5,6  | 2,8  | 49,7                      | 3,1  | 1,5  | 6,2  | 3,0  |
|                                                                                       | 0-150             | 218,2                | 6,0  | 3,0  | 2,8  | 1,4  | 74,2                      | 2,1  | 1,0  | 2,8  | 1,3  |
|                                                                                       | 0-200             | 287,0                | 11,3 | 8,0  | 3,9  | 2,8  | 97,5                      | 3,5  | 2,5  | 3,6  | 2,6  |
| Черноземы обыкновенные<br>тяжелосуглинистые                                           | 0-25              | 34,3                 | 5,4  | 2,2  | 15,7 | 6,4  | 11,6                      | 2,2  | 0,9  | 19,0 | 7,8  |
|                                                                                       | 0-50              | 69,7                 | 10,3 | 4,2  | 14,8 | 6,0  | 23,5                      | 3,3  | 1,3  | 14,0 | 5,5  |
|                                                                                       | 0-100             | 136,1                | 18,9 | 7,7  | 13,9 | 5,7  | 46,1                      | 6,5  | 2,6  | 14,1 | 5,6  |
|                                                                                       | 0-150             | 202,8                | 26,0 | 10,6 | 12,8 | 5,2  | 68,8                      | 8,9  | 3,6  | 12,9 | 5,2  |
|                                                                                       | 0-200             | 272,0                | 35,3 | 17,6 | 13,0 | 6,5  | 92,2                      | 1,2  | 0,6  | 11,0 | 0,7  |
| Черноземы карбонатные<br>на рыхлых породах<br>тяжелосуглинистые и<br>легкогоглинистые | 0-25              | 34,0                 | 0,8  | 0,4  | 2,4  | 1,2  | 11,5                      | 0,5  | 0,2  | 4,3  | 1,7  |
|                                                                                       | 0-50              | 67,5                 | 3,4  | 1,7  | 3,0  | 2,5  | 22,7                      | 1,2  | 0,6  | 5,3  | 2,6  |
|                                                                                       | 0-100             | 117,5                | 10,6 | 5,3  | 9,0  | 4,5  | 39,2                      | 4,3  | 2,1  | 11,0 | 5,4  |
|                                                                                       | 0-150             | 172,0                | 29,2 | 14,6 | 17,0 | 8,5  | 58,7                      | 10,2 | 5,1  | 17,3 | 8,7  |
|                                                                                       | 0-200             | 225,7                | 46,7 | 23,3 | 20,7 | 10,3 | 77,0                      | 15,9 | 7,9  | 20,6 | 10,3 |

жена в типичных черноземах (в наших условиях). Содержание гумуса в них примерно одинаковое с тучными выщелоченными, близок и механический состав этих почв, запас же недоступной воды оказался несколько меньшим в типичных черноземах.

Из изложенного следует, что черноземы Волжско-Камской лесостепи обладают ясно выраженной способностью связывать влагу, начиная с верхнего слоя. Более резко эта способность проявляется при утяжелении механического состава, увеличении гумусности и ухудшении структуры. Ознакомление с послойным распределением недоступной воды в черноземах приводит к выводу, что в выщелоченных среднегумусных глинистых и тучных черноземах, а особенно ясно в оподзоленных интенсивность нарастания запасов недоступной воды превосходит нарастание мощности слоев, т. е. в этом отношении они в известной степени повторяют почвы нечерноземного ряда, однако это различие в них выражено в гораздо меньшей степени. Так, например, в выщелоченных среднегумусных черноземах глинистого механического состава при возрастании мощности почвенного слоя вдвое (с 25 до 50 см) запас недоступной воды увеличивается в 2,1 раза, при увеличении его мощности в 4 раза (с 25 до 100 см) в 4,5, при увеличении в 6 раз — в 7 и при увеличении в 8 раз (с 25 до 200 см) — запас ее увеличивается в 9 раз. В черноземах типичных и обыкновенных практически кратность увеличения запасов недоступной воды совпадает с кратностью нарастания мощности почвенного слоя. Черноземы выщелоченные среднегумусные тяжелосуглинистого механического состава занимают промежуточное положение между ними. Карбонатные черноземы отличаются некоторым своеобразием. Начиная с глубины 50 см, темп нарастания запасов связанной воды в них начинает отставать от нарастания толщины почвенного слоя. При увеличении мощности почвенного слоя вдвое запас недоступной воды в них увеличивается также вдвое, при увеличении в 4 раза — в 3,5 раза, при шестикратном увеличении — в 5 раз и при восьмикратном — в 6,6 раза. Причина отмеченного кроется, очевидно, в высоком содержании карбонатов в этих почвах. Присутствие последних как бы облегчает механический состав.

Из изложенного следует, что в оподзоленных черноземах связывание воды почвой с глубиной увеличивается. Эта же закономерность, но менее резко выраженная, свойственна черноземам выщелоченным, особенно тяжелым по механическому составу и высокогумусным. В черноземах типичных и обыкновенных способность связывать воду в пределах профиля почти не меняется. В карбонатных черноземах она начинает убывать с глубины 50 см. Следовательно, распределение по профилям почв запасов недоступной для растений влаги ясно выявляет их генетические особенности. Аналогично ведет себя малопродуктивная влага. Результаты математической обработки полученных данных подтверждают достаточную точность их и для этих почв. Средняя ошибка средней арифметической ( $m$ ) чаще колеблется от 2 до 5 и редко превышает эту величину. Точность определений ( $p$ ) варьирует примерно в тех же пределах. Следует заметить, что по способности связывать воду в пределах верхнего метра из числа рассмотренных нами почв на первое место выходят черноземы выщелоченные тучные.

В таблице 4 приведены данные о запасах общей и высокопродуктивной воды при капиллярном увлажнении темно-серых лесных почв и черноземов. Цифры, полученные для темно-серых почв и выщелоченных среднегумусных черноземов разного механического состава, подтверждают общеизвестное положение о влиянии механического состава и содержания гумуса на водоудерживающую способность почв. Максимальные послойные запасы воды при капиллярном увлажнении этих почв увели-

Средние последние запасы общей и высокопродуктивной влаги в темно-серых почвах и черноземах при их капиллярном увлажнении

| Почвы и механический состав                              | Мощность слоя, мм | Влага общая, мм |      |      |      |     | Влага высокопродуктивная, мм |      |      |      |      |
|----------------------------------------------------------|-------------------|-----------------|------|------|------|-----|------------------------------|------|------|------|------|
|                                                          |                   | M               | ±σ   | ±m   | V %  | P % | M                            | ±σ   | ±m   | V %  | P %  |
|                                                          |                   |                 |      |      |      |     |                              |      |      |      |      |
| Темно-серые лесные тяжелоуглинистые иловато-пылеватые    | 0-25              | 95,0            | 6,1  | 3,5  | 6,4  | 3,6 | 61,6                         | 8,3  | 4,8  | 13,5 | 7,8  |
|                                                          | 0-50              | 184,3           | 6,2  | 3,6  | 3,4  | 1,9 | 101,3                        | 11,6 | 6,7  | 11,5 | 6,6  |
|                                                          | 0-100             | 375,0           | 8,2  | 4,7  | 2,2  | 1,2 | 189,3                        | 18,1 | 10,4 | 9,5  | 5,5  |
|                                                          | 0-150             | 567,0           | 31,2 | 18,0 | 5,5  | 3,2 | 276,6                        | 35,6 | 20,6 | 12,9 | 7,4  |
|                                                          | 0-200             | 756,3           | 47,0 | 27,1 | 6,2  | 3,6 | 364,6                        | 48,7 | 28,1 | 13,4 | 7,7  |
| Темно-серые лесные легкоглинистые иловато-пылеватые      | 0-25              | 89,6            | 11,4 | 5,1  | 12,7 | 5,7 | 50,6                         | 8,9  | 4,0  | 17,6 | 7,9  |
|                                                          | 0-50              | 189,6           | 14,4 | 6,4  | 7,6  | 3,4 | 95,6                         | 10,6 | 4,7  | 11,1 | 4,9  |
|                                                          | 0-100             | 393,0           | 14,0 | 6,2  | 3,6  | 1,6 | 174,4                        | 14,2 | 6,3  | 8,1  | 3,6  |
|                                                          | 0-150             | 581,0           | 22,2 | 9,9  | 3,8  | 1,7 | 250,4                        | 10,8 | 4,8  | 4,3  | 1,9  |
|                                                          | 0-200             | 767,6           | 36,4 | 16,2 | 4,7  | 2,1 | 333,8                        | 23,2 | 10,3 | 7,0  | 3,1  |
| Черноземы оподзоленные тяжелоуглинистые и легкоглинистые | 0-25              | 99,0            | 5,0  | 2,9  | 5,0  | 2,9 | 55,6                         | 3,5  | 2,0  | 6,3  | 3,6  |
|                                                          | 0-50              | 190,0           | 8,2  | 4,7  | 4,3  | 2,5 | 98,3                         | 14,9 | 8,6  | 15,2 | 8,7  |
|                                                          | 0-100             | 356,6           | 21,0 | 13,9 | 6,7  | 3,9 | 148,0                        | 35,8 | 20,6 | 24,2 | 13,9 |
|                                                          | 0-150             | 534,6           | 19,9 | 11,5 | 3,7  | 2,1 | 193,0                        | 43,5 | 25,1 | 22,5 | 13,0 |
|                                                          | 0-200             | 697,0           | 28,3 | 19,9 | 4,1  | 2,9 | 211,0                        | 2,8  | 2,0  | 1,3  | 0,9  |
| Черноземы выщелоченные среднегумусные тяжелоуглинистые   | 0-25              | 98,6            | 21,1 | 9,4  | 21,4 | 9,5 | 57,0                         | 25,0 | 11,1 | 43,8 | 19,5 |
|                                                          | 0-50              | 199,8           | 26,5 | 11,8 | 13,3 | 5,9 | 110,4                        | 28,8 | 12,8 | 26,1 | 11,6 |
|                                                          | 0-100             | 396,8           | 33,3 | 14,9 | 8,4  | 3,8 | 219,4                        | 27,1 | 12,1 | 12,3 | 5,5  |
|                                                          | 0-150             | 577,0           | 42,1 | 21,0 | 7,3  | 3,6 | 293,0                        | 44,2 | 22,1 | 15,1 | 7,5  |
|                                                          | 0-200             | 756,6           | 64,3 | 37,1 | 8,4  | 4,9 | 344,3                        | 69,4 | 40,0 | 18,6 | 10,7 |
| Черноземы выщелоченные среднегумусные легкоглинистые     | 0-25              | 110,8           | 9,9  | 4,0  | 8,9  | 3,6 | 66,5                         | 10,7 | 4,4  | 16,1 | 6,6  |
|                                                          | 0-50              | 222,2           | 20,8 | 8,5  | 9,4  | 3,8 | 127,7                        | 24,7 | 10,1 | 19,3 | 7,9  |
|                                                          | 0-100             | 431,7           | 30,2 | 12,3 | 7,0  | 2,9 | 229,7                        | 34,3 | 14,0 | 14,9 | 6,1  |
|                                                          | 0-150             | 642,8           | 38,9 | 15,9 | 6,1  | 2,5 | 330,1                        | 47,0 | 19,2 | 14,2 | 5,8  |
|                                                          | 0-200             | 828,6           | 25,0 | 14,4 | 3,0  | 1,7 | 412,0                        | 18,9 | 10,9 | 4,6  | 2,6  |

| Почвы и механический состав                                                 | Мощность слоя, мм | Вода общая, мм |      |      |      |     | Вода высокопродуктивная, мм |      |      |      |      |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------|------|------|------|-----|-----------------------------|------|------|------|------|
|                                                                             |                   | M              | ±σ   | ±m   | V%   | P%  | M                           | ±σ   | ±m   | V%   | P%   |
| Черноземы выщелоченные тучные тяжелосуглинистые и легкосуглинистые          | 0-25              | 113,2          | 14,6 | 7,3  | 12,9 | 6,5 | 66,5                        | 7,1  | 3,5  | 10,8 | 5,3  |
|                                                                             | 0-50              | 219,2          | 24,9 | 12,4 | 11,3 | 5,7 | 118,7                       | 16,4 | 8,2  | 13,1 | 6,9  |
|                                                                             | 0-100             | 418,7          | 37,7 | 18,8 | 9,0  | 4,5 | 205,0                       | 34,4 | 17,2 | 16,8 | 8,4  |
|                                                                             | 0-150             | 607,7          | 50,2 | 25,1 | 8,3  | 4,1 | 273,7                       | 48,3 | 24,1 | 17,6 | 8,8  |
|                                                                             | 0-200             | 780,0          | 35,4 | 24,9 | 4,5  | 3,2 | 310,0                       | 60,7 | 43,1 | 19,6 | 13,9 |
| Черноземы типичные тяжелосуглинистые и легкосуглинистые                     | 0-25              | 119,7          | 11,6 | 5,8  | 9,7  | 4,6 | 74,7                        | 15,6 | 7,8  | 20,8 | 10,5 |
|                                                                             | 0-50              | 224,7          | 17,8 | 8,9  | 7,9  | 4,0 | 128,5                       | 23,6 | 11,8 | 18,4 | 9,2  |
|                                                                             | 0-100             | 417,7          | 28,9 | 14,4 | 6,9  | 3,4 | 221,2                       | 34,5 | 17,2 | 15,6 | 7,8  |
|                                                                             | 0-150             | 604,0          | 23,0 | 11,5 | 3,8  | 1,9 | 314,2                       | 23,0 | 11,5 | 7,3  | 3,7  |
|                                                                             | 0-200             | 798,0          | 22,6 | 15,9 | 2,8  | 2,0 | 413,5                       | 37,4 | 26,5 | 9,0  | 6,4  |
| Черноземы обыкновенные тяжелосуглинистые                                    | 0-25              | 114,5          | 20,9 | 8,5  | 18,3 | 7,4 | 68,5                        | 18,3 | 7,4  | 26,7 | 10,8 |
|                                                                             | 0-50              | 225,3          | 31,9 | 13,0 | 14,2 | 5,8 | 131,8                       | 26,0 | 10,6 | 19,7 | 8,0  |
|                                                                             | 0-100             | 438,1          | 62,3 | 25,4 | 14,2 | 5,8 | 255,3                       | 45,3 | 18,5 | 17,7 | 7,3  |
|                                                                             | 0-150             | 629,8          | 92,0 | 37,5 | 14,6 | 6,0 | 357,3                       | 75,9 | 31,0 | 21,3 | 8,7  |
|                                                                             | 0-200             | 856,2          | 39,2 | 19,6 | 4,6  | 2,3 | 491,5                       | 58,1 | 29,0 | 11,8 | 5,9  |
| Черноземы карбонатные на гылах породах тяжелосуглинистые и легкосуглинистые | 0-25              | 107,0          | 9,8  | 4,9  | 9,1  | 4,6 | 60,7                        | 10,1 | 5,0  | 16,6 | 8,2  |
|                                                                             | 0-50              | 200,0          | 20,9 | 10,4 | 10,4 | 5,2 | 106,2                       | 19,9 | 9,9  | 18,7 | 9,3  |
|                                                                             | 0-100             | 382,2          | 8,8  | 4,4  | 2,3  | 1,1 | 224,7                       | 13,6 | 6,8  | 6,1  | 3,0  |
|                                                                             | 0-150             | 576,5          | 24,3 | 12,1 | 4,2  | 2,1 | 346,5                       | 49,1 | 24,5 | 14,2 | 7,1  |
|                                                                             | 0-200             | 759,7          | 31,4 | 15,7 | 4,1  | 2,1 | 457,5                       | 87,1 | 43,5 | 19,1 | 9,5  |

чиваются от тяжелосуглинистых к легкоглинистым разновидностям. При одинаковом механическом составе выщелоченные черноземы в связи с их большей гумусностью удерживают больше воды, чем темно-серые почвы. В черноземном ряду общий запас воды в пределах гумусового слоя (особенно в верхней его части 0—25 см) увеличивается от оподзоленных черноземов к выщелоченным среднегумусным глинистым и тучным, достигает максимума в типичных и начинает уменьшаться от них к обыкновенным и карбонатным. В 25-сантиметровом слое оподзоленных черноземов может удержаться 99 мм воды, в выщелоченных среднегумусных глинистых — 111, в тучных — 113, в типичных — 120, в обыкновенных — 114 и в карбонатных — 107 мм. В глубже лежащих слоях закономерность изменения общих запасов влаги выражена меньше, что можно объяснить различной карбонатностью и разным содержанием пылевой и песчаной фракций в них. Относительная квадратичная ошибка ( $v$ ) и показатель точности ( $p$ ), полученные при математической обработке этих данных, невелики. Первая из них колеблется от 2,2 до 6,4 и реже увеличивается до 7,3—9,4 или превышает 10. Преобладающими значениями второго являются 1,6—4,6.

Ознакомление с распределением запасов высокопродуктивной воды (вычисленной по диапазону активной влаги при капиллярном увлажнении этих почв) показывает, что при утяжелении механического состава (темно-серые лесные почвы тяжелосуглинистые и легкоглинистые) послойные запасы высокопродуктивной воды в двухметровой толще уменьшаются. Аналогичные изменения в пределах подтипа наблюдаются при одинаковом механическом составе и увеличении содержания гумуса (черноземы выщелоченные среднегумусные глинистые и тучные). В ряду черноземных почв запас высокопродуктивной воды в слое 0—25 см увеличивается от оподзоленных черноземов (55,6 мм) к выщелоченным среднегумусным и тучным глинистого механического состава (66,5 мм), от них вновь увеличивается к типичным (74,7 мм), после чего уменьшается к обыкновенным (68,5 мм) и карбонатным (60,7 мм). Способность типичных черноземов создавать максимальный (по сравнению с другими подтипами чернозема) запас высокопродуктивной воды в пахотном слое при капиллярном увлажнении объясняется лучшей выраженностью в них структуры, способствующей некоторому уменьшению связывания влаги этими почвами. Однако в связи с тем, что типичные черноземы отличаются обычно более тяжелым механическим составом, чем обыкновенные, а карбонатный пояс в них опущен глубже по сравнению с последними, начиная с подпахотного слоя, на первое место по накоплению высокопродуктивной воды выходят обыкновенные черноземы. В метровом слое они способны удержать 255 мм, а двухметровом — 490 мм высокопродуктивной воды. В карбонатных черноземах (в связи с заметным уменьшением связывания влаги их нижними горизонтами) суммарный запас продуктивной воды при подсчете нарастающим итогом в слоях 0—150 и 0—200 см заметно больше, чем в других подтипах чернозема, исключая обыкновенный. Минимальный запас высокопродуктивной воды при капиллярном увлажнении создается в оподзоленных черноземах. На втором месте в этом отношении стоят тучные выщелоченные черноземы.

Из изложенного видно, что черноземы Волжско-Камской лесостепи способны создавать большие запасы высокопродуктивной воды. Однако указанная способность ограничивается приуроченностью их к району периодически недостаточного увлажнения и довольно часто повторяющихся засух. Несомненно, что это обязывает очень строго соблюдать на них весь комплекс агрономических мероприятий по накоплению и сохранению влаги, среди которых важную роль должны сыграть углубление

пахотного слоя, полезащитное лесонасаждение, ячеистая вспашка, лиманное орошение, мероприятия по борьбе с эрозией и дефляцией. Большая роль в этом отношении на нечерноземных почвах принадлежит применению органических и минеральных удобрений, известкованию и применению всех мероприятий по улучшению структуры.

#### ЛИТЕРАТУРА

Долгов С. И. Некоторые дискуссионные вопросы в книге А. А. Роде «Почвенная влага». Почвоведение, № 11, 1954.

Долгов С. И. О почвенно-гидрологических константах. Почвоведение, № 2, 1963.

Колоскова А. В. Агрофизическая характеристика почв Волжско-Камской лесостепи. Диссертация докторская. Казань, 1965.

Почвы Татарии (под ред. А. М. Винокурова). Казань, 1962.

Роде А. А. Почвенная влага. АН СССР, 1952.

Роде А. А. Водный режим почв. Почвоведение, № 4, 1956.

Роде А. А. Водный режим почв и его типы. В «Докл. VI Международному конгрессу почвоведов». АН СССР, 1956 г.

Роде А. А. Водный режим почвы и его регулирование. АН СССР, 1963.

*А. В. Колоскова, А. А. Бурлаков*

### **ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ ПОЧВ ТАТАРИИ**

При выяснении вопросов генезиса почв большое значение приобретает изучение физико-механических свойств. Некоторые авторы рассматривают изучение физико-механических свойств почв как новый метод характеристики генетических особенностей их (Н. А. Качинский, 1962). Кроме того, изучение этих свойств имеет большое прикладное значение, так как позволяет более правильно выбирать сроки обработки почв и производить ее с наименьшими затратами труда и материальных средств, позволяет снизить расход горючего и износ почвообрабатывающих машин и т. д. Почвы Татарской АССР с данной точки зрения совершенно не затронуты изучением. Мы произвели первую попытку восполнить названный пробел.

Правильное освещение вопросов технологии почв принадлежит И. Комову, который писал: «Песок всегда рыхл и мягок бывает; для того его сухой и мокрый пахать можно. Глину, напротив того, и чернозем тотчас после снятия или после дождя прежде, нежели окрепнет, подымать надо. Притом песок широкими глыбами в пять или шесть вершков шириною пахать можно, а на глине, чем уже глыба, тем лучше, и шире четверти аршина быть не должна, чтобы пахать и боронить легче было и чтоб воздух в землю проникал свободнее» (1788).

Учение о физико-механических свойствах почв получило развитие в работах М. Х. Пигулевского (1936), Н. В. Щучкина (1940), Н. В. Горякина (1936), В. Р. Вильямса (1947), Н. А. Качинского (1937, 1939, 1940, 1962), П. У. Бахтина (1952, 1953, 1954, 1963), А. Ф. Вадюниной (1939, 1940), А. П. Оганесяна (1942, 1949) и других.

Физико-механические свойства почв находятся в большой зависимости от их механического состава и содержания в них гумуса. Учитывая сказанное, приводим результаты определения этих показателей в объектах наших исследований.

Из табл. I видно, что взятые для исследования почвы имеют преимущественно тяжелый механический состав и содержат достаточное количество гумуса.

Для этих почв мы определили следующие физико-механические свойства:

- 1) пластичность по Васильеву, Аттербергу и Земятченскому;
- 2) набухание по методу «Цудортранса»;
- 3) деформацию сжатия (временное сопротивление сжатию) на сжимающем пластометре типа ПСМ-2;

Таблица 1  
Механический состав и содержание гумуса в объектах исследования

| Почвы                                           | Разрез | Горизонт         | Глубина<br>образца<br>см | Механический состав, % |               |               |                |                 |        |         | Гумус<br>% |
|-------------------------------------------------|--------|------------------|--------------------------|------------------------|---------------|---------------|----------------|-----------------|--------|---------|------------|
|                                                 |        |                  |                          | размер фракций, мм     |               |               |                |                 |        |         |            |
|                                                 |        |                  |                          | > 0,25                 | 0,25—<br>0,05 | 0,05—<br>0,01 | 0,01—<br>0,005 | 0,005—<br>0,001 | < 0,01 | < 0,001 |            |
| Дерново-среднеподзолистая<br>средне-суглинистая | 17     | A <sub>n</sub>   | 0—20                     | 0,28                   | 11,35         | 51,71         | 9,87           | 11,81           | 36,66  | 14,29   | 3,22       |
|                                                 |        | A <sub>1</sub>   | 20—29                    | 0,20                   | 11,21         | 50,68         | 10,59          | 12,23           | 37,81  | 14,99   | 3,16       |
|                                                 |        | A <sub>2</sub>   | 29—37                    | 0,15                   | 12,29         | 51,20         | 12,22          | 11,02           | 36,26  | 13,02   | 1,83       |
|                                                 |        | B <sub>1</sub>   | 40—50                    | 0,07                   | 8,58          | 50,61         | 5,60           | 7,16            | 39,76  | 26,98   | 0,76       |
| Дерново-среднеподзолистая<br>тяжелосуглинистая  | 21     | A <sub>n</sub>   | 0—17                     | 0,33                   | 11,68         | 47,16         | 10,72          | 17,05           | 40,83  | 13,06   | 3,35       |
|                                                 |        | A <sub>2</sub>   | 17—21                    | 0,60                   | 10,39         | 45,61         | 11,82          | 15,76           | 33,43  | 15,82   | 1,99       |
|                                                 |        | A <sub>2</sub> B | 21—27                    | 0,38                   | 7,99          | 37,30         | 12,63          | 13,57           | 54,33  | 28,13   | 1,07       |
|                                                 |        | A <sub>n</sub>   | 0—25                     | 2,80                   | 35,59         | 31,26         | 8,11           | 9,64            | 30,35  | 12,60   | 3,06       |
| Светло-серая лесная сред-<br>несуглинистая      | 59     | A <sub>2</sub> B | 26—36                    | 3,42                   | 40,58         | 30,45         | 6,48           | 8,72            | 25,55  | 10,35   | 1,07       |
|                                                 |        | B <sub>1</sub>   | 40—50                    | 3,90                   | 28,32         | 27,20         | 5,51           | 6,56            | 40,58  | 28,51   | 0,46       |
|                                                 |        | A <sub>n</sub>   | 0—25                     | 1,54                   | 38,56         | 22,80         | 8,03           | 12,05           | 36,10  | 16,02   | 4,28       |
|                                                 |        | A <sub>2</sub> B | 28—38                    | 2,15                   | 42,29         | 23,77         | 8,31           | 12,44           | 31,79  | 10,97   | 2,14       |
| Серая лесная среднесугли-<br>нистая             | 74     | B <sub>1</sub>   | 40—50                    | 1,95                   | 40,33         | 18,62         | 7,38           | 11,51           | 39,10  | 20,18   | 0,46       |
|                                                 |        | A <sub>n</sub>   | 0—17                     | 3,16                   | 7,67          | 37,70         | 10,87          | 9,54            | 51,56  | 30,80   | 4,59       |
|                                                 |        | A <sub>2</sub> B | 18—26                    | 2,94                   | 6,34          | 39,03         | 11,03          | 14,73           | 50,69  | 24,93   | 3,22       |
|                                                 |        | B <sub>1</sub>   | 30—40                    | 2,72                   | 5,61          | 34,58         | 9,15           | 12,01           | 57,09  | 35,93   | 2,14       |
| Серая лесная легкоглини-<br>стая                | 6      | A <sub>n</sub>   | 0—23                     | 1,93                   | 9,16          | 42,12         | 9,53           | 12,93           | 42,39  | 19,93   | 5,20       |
|                                                 |        | A <sub>2</sub> B | 24—30                    | 0,63                   | 13,56         | 43,37         | 9,94           | 12,92           | 44,75  | 21,89   | 2,14       |
|                                                 |        | B <sub>1</sub>   | 32—42                    | 0,97                   | 11,20         | 36,18         | 8,87           | 11,81           | 54,02  | 33,34   | 0,62       |
|                                                 |        | A <sub>n</sub>   | 0—17                     | 3,16                   | 7,67          | 37,70         | 10,87          | 9,54            | 51,56  | 30,80   | 4,59       |
| Серая лесная тяжелосугли-<br>нистая             | 78     | A <sub>2</sub> B | 24—30                    | 0,63                   | 13,56         | 43,37         | 9,94           | 12,92           | 44,75  | 21,89   | 2,14       |
|                                                 |        | B <sub>1</sub>   | 32—42                    | 0,97                   | 11,20         | 36,18         | 8,87           | 11,81           | 54,02  | 33,34   | 0,62       |
|                                                 |        | A <sub>n</sub>   | 0—23                     | 1,93                   | 9,16          | 42,12         | 9,53           | 12,93           | 42,39  | 19,93   | 5,20       |
|                                                 |        | A <sub>2</sub> B | 24—30                    | 0,63                   | 13,56         | 43,37         | 9,94           | 12,92           | 44,75  | 21,89   | 2,14       |

| Почвы                                              | Разрез | Горизонт       | Глубина<br>образца,<br>см | Механический состав, % |               |               |                |                 |       |        | Гумус,<br>% |
|----------------------------------------------------|--------|----------------|---------------------------|------------------------|---------------|---------------|----------------|-----------------|-------|--------|-------------|
|                                                    |        |                |                           | размер фракций, мм     |               |               |                |                 |       |        |             |
|                                                    |        |                |                           | >0,25                  | 0,25—<br>0,05 | 0,05—<br>0,01 | 0,01—<br>0,005 | 0,005—<br>0,001 | <0,01 | <0,001 |             |
| Коричневая лесная тяжело-<br>суглинистая           | 10     | A <sub>п</sub> | 0—20                      | 14,40                  | 20,59         | 20,85         | 8,73           | 12,74           | 45,18 | 23,71  | 5,50        |
|                                                    |        | A <sub>г</sub> | 21—26                     | 14,32                  | 20,07         | 21,23         | 8,37           | 13,07           | 44,36 | 23,92  | 5,11        |
|                                                    |        | AB             | 26—33                     | 19,23                  | 13,25         | 14,93         | 7,99           | 12,90           | 53,29 | 32,40  | 2,79        |
|                                                    |        | B              | 33—43                     | 14,76                  | 10,37         | 12,08         | 9,82           | 16,16           | 62,79 | 37,31  | 1,99        |
| Коричневая лесная глини-<br>стая                   | 18     | A <sub>п</sub> | 0—16                      | 1,54                   | 11,31         | 21,93         | 10,54          | 11,24           | 65,22 | 33,44  | 4,74        |
|                                                    |        | AB             | 16—22                     | 0,35                   | 6,08          | 18,93         | 10,27          | 19,69           | 74,74 | 44,78  | 3,51        |
|                                                    |        | B <sub>г</sub> | 25—35                     | 0,44                   | 6,22          | 14,21         | 7,00           | 19,40           | 79,13 | 52,73  | 1,68        |
| Темно-серая лесная легко-<br>глинистая             | 7      | A <sub>п</sub> | 0—10                      | 0,59                   | 9,28          | 34,39         | 11,00          | 15,84           | 55,67 | 28,83  | 7,04        |
|                                                    |        | A <sub>п</sub> | 12—24                     | 0,55                   | 9,66          | 34,54         | 12,06          | 11,42           | 55,52 | 31,74  | 6,71        |
|                                                    |        | AB             | 26—35                     | 0,35                   | 8,93          | 36,67         | 3,89           | 19,28           | 54,05 | 30,88  | 4,59        |
| Чернозем выщелоченный<br>тучный легкоглинистый     | 85     | A <sub>п</sub> | 0—20                      | 0,53                   | 11,32         | 27,56         | 8,40           | 14,86           | 60,59 | 37,33  | 11,93       |
|                                                    |        | A <sub>г</sub> | 20—30                     | 0,50                   | 13,24         | 28,19         | 6,53           | 14,44           | 58,07 | 36,70  | 7,65        |
|                                                    |        | AB             | 35—45                     | 0,64                   | 12,42         | 27,61         | 6,38           | 12,60           | 59,33 | 40,37  | 5,05        |
| Чернозем обыкновенный<br>тяжелосуглинистый         | 31     | A <sub>п</sub> | 0—20                      | 0,89                   | 11,83         | 36,85         | 9,28           | 7,87            | 50,93 | 33,08  | 8,93        |
|                                                    |        | A <sub>г</sub> | 25—35                     | 0,28                   | 12,04         | 38,85         | 8,25           | 7,50            | 48,83 | 33,08  | 8,25        |
|                                                    |        | AB             | 40—50                     | 0,11                   | 9,90          | 39,75         | 8,34           | 7,77            | 50,24 | 34,13  | 4,74        |
| Чернозем типичный тяже-<br>лосуглинистый           | 47     | A <sub>п</sub> | 0—20                      | 2,92                   | 23,22         | 18,00         | 5,36           | 13,75           | 55,76 | 36,65  | 12,70       |
|                                                    |        | A <sub>г</sub> | 22—32                     | 3,19                   | 20,89         | 18,06         | 7,98           | 11,87           | 57,86 | 38,01  | 9,30        |
|                                                    |        | A <sub>г</sub> | 33—43                     | 2,00                   | 23,76         | 17,22         | 6,83           | 12,49           | 57,02 | 37,70  | 7,95        |
| Чернозем карбонатный туч-<br>ный тяжелосуглинистый | 4      | A <sub>п</sub> | 0—10                      | 1,74                   | 2,66          | 23,87         | 26,07          | 11,13           | 59,93 | 22,73  | 10,61       |
|                                                    |        | A <sub>п</sub> | 10—20                     | 1,31                   | 1,99          | 21,76         | 27,05          | 10,77           | 62,73 | 24,01  | 10,00       |
|                                                    |        | A <sub>г</sub> | 20—28                     | 1,87                   | 1,92          | 20,95         | 27,92          | 11,09           | 64,73 | 25,72  | 9,93        |

#### 4) связность по Аттербергу.

Результаты определения временного сопротивления сжатию были обработаны математически методом вариационной статистики. Были вычислены следующие показатели:

- 1) среднееарифметическое —  $M$ ,
- 2) среднеквадратичное отклонение  $\pm \sigma$ ,
- 3) средняя ошибка  $\pm m$ ,
- 4) квадратичный коэффициент  $v\%$ ,
- 5) показатель точности опыта  $P\%$ .

Для вычисления применяли уравнения:

$$1) M = \frac{\sum x}{n}$$

$$4) V = \frac{\sigma \cdot 100}{M} \%$$

$$2) \sigma = \frac{\sqrt{\sum x^2}}{n - 1}$$

$$5) P = \frac{m \cdot 100}{M} \%,$$

$$3) m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

где  $\sum x$  — сумма полученных данных,  $n$  — число повторений,  $x$  — величина отклонения,  $\sigma$  — квадратичное отклонение,  $m$  — средняя ошибка,  $v$  — квадратичный коэффициент,  $P$  — показатель точности опыта.

В таблице 2 приведены данные пластичности и набухаемости почв.

Пластичность почв имеет большое значение при обработке, так как она определяет способность почв воспринимать различного рода деформации. Пластичность нами была определена по Аттербергу и Земятченскому. Граница нижней текучести определялась также по Васильеву. Для определения показателя пластичности по Земятченскому из почвы, имеющей влажность, соответствующую границе скатывания, скатывали шарик с диаметром 13 мм. Этот шарик раздавливали на пластометре типа ПСМ-2 грузом в 5 кг. Время деформации 1 минута. Диаметр деформированного шарика измеряли при помощи часового индикатора прибора. Разность между диаметрами шарика до деформации и после сжатия, умноженная на нагрузку, дает показатель пластичности.

Из таблицы 2 видно, что граница нижней текучести по Аттербергу для всех почв довольно близка полученной методом Васильева. Довольно близкими величинами представлены граница клейкости и граница скатывания.

Все границы (показатели) пластичности в дерново-подзолистых, светло-серых и серых лесных почвах уменьшаются в горизонтах  $A_2$  и  $A_{2B}$  и увеличиваются в иллювиальных горизонтах, что связано с перераспределением по их профилям коллоидно-глинистых фракций.

В коричнево-серых почвах границы пластичности в низ по профилю, напротив, непрерывно увеличиваются. Причем как число пластичности по Аттербергу, так и показатель пластичности по Земятченскому в них превосходят эти же показатели в дерново-подзолистых и серых лесных почвах. Отмеченное обусловлено более тяжелым механическим составом и особенностями минералогического состава коричневых почв.

В темно-серых почвах и выщелоченных черноземах также наблюдается увеличение с глубиной названных показателей. В черноземе обыкновенном наблюдается тенденция уменьшения чисел пластичности с углублением по профилю. Значительно более ясно это проявляется в типичных и карбонатных черноземах. Все показатели пластичности в черноземах значительно выше, чем в дерново-подзолистых и серых лесных почвах, (особенно в верхних горизонтах) и несколько больше,

## Пластичность и набухаемость почв

| Раз-<br>рез | Горизонт         | Глубина образца,<br>см | Пластичность                  |                  |                      |                       |                                                  | показа-<br>тель<br>пластич-<br>ности,<br>по Зе-<br>мяччен-<br>скому | Набухание, % |
|-------------|------------------|------------------------|-------------------------------|------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------|
|             |                  |                        | граница ниж-<br>ней текучести |                  | граница<br>клейкости | граница<br>скалывания | число<br>пластич-<br>ности по<br>Аттер-<br>бергу |                                                                     |              |
|             |                  |                        | по Ат-<br>тербер-<br>гу       | по Ва-<br>силеву |                      |                       |                                                  |                                                                     |              |
| 17          | A <sub>п</sub>   | 0—20                   | 29,42                         | 30,05            | 22,5                 | 20,5                  | 8,92                                             | 4,59                                                                | 26,0         |
|             | A <sub>1</sub>   | 20—29                  | 30,43                         | 28,42            | 21,8                 | 20,4                  | 10,03                                            | 3,80                                                                | 28,0         |
|             | A <sub>2</sub>   | 29—37                  | 26,18                         | 25,42            | 19,7                 | 18,8                  | 7,38                                             | 3,33                                                                | 23,0         |
|             | B <sub>1</sub>   | 40—50                  | 29,83                         | 31,18            | 19,5                 | 17,1                  | 12,73                                            | 8,81                                                                | 34,0         |
| 21          | A <sub>п</sub>   | 0—17                   | 30,77                         | 33,99            | 22,5                 | 22,2                  | 8,57                                             | 5,38                                                                | 35,0         |
|             | A <sub>2</sub>   | 17—21                  | 29,50                         | 30,10            | 21,2                 | 20,3                  | 9,20                                             | 3,04                                                                | 33,5         |
|             | A <sub>2</sub> B | 21—27                  | 33,03                         | 36,76            | 24,0                 | 22,5                  | 10,55                                            | 8,92                                                                | 58,0         |
|             | A <sub>п</sub>   | 0—25                   | 26,79                         | 26,91            | 22,7                 | 21,3                  | 5,49                                             | 3,34                                                                | 25,0         |
| 59          | A <sub>п</sub>   | 0—25                   | 26,79                         | 26,91            | 22,7                 | 21,3                  | 5,49                                             | 3,34                                                                | 25,0         |
|             | A <sub>2</sub> B | 26—36                  | 19,45                         | 18,78            | 15,5                 | 15,0                  | 4,45                                             | 2,68                                                                | 20,0         |
|             | B <sub>1</sub>   | 40—50                  | 31,43                         | 32,25            | 18,2                 | 20,8                  | 10,63                                            | 8,70                                                                | 50,0         |
|             | A <sub>п</sub>   | 0—25                   | 30,77                         | 31,16            | 21,5                 | 22,6                  | 8,17                                             | 3,16                                                                | 29,0         |
| 74          | A <sub>2</sub> B | 28—38                  | 24,41                         | 23,86            | 17,8                 | 19,1                  | 5,31                                             | 3,19                                                                | 24,5         |
|             | B <sub>1</sub>   | 40—50                  | 27,29                         | 27,29            | 18,9                 | 17,5                  | 9,79                                             | 8,87                                                                | 30,0         |
|             | A <sub>п</sub>   | 0—17                   | 30,32                         | 32,41            | 22,5                 | 19,0                  | 11,32                                            | 8,13                                                                | 30,0         |
|             | A <sub>2</sub> B | 18—26                  | 30,99                         | 30,90            | 19,0                 | 20,9                  | 10,09                                            | 7,49                                                                | 42,5         |
| 6           | B <sub>1</sub>   | 30—40                  | 33,37                         | 32,44            | 24,7                 | 18,2                  | 15,17                                            | 9,37                                                                | 57,5         |
|             | A <sub>п</sub>   | 0—23                   | 34,88                         | 32,68            | 23,6                 | 22,9                  | 12,0                                             | 4,78                                                                | 30,0         |
|             | A <sub>2</sub> B | 24—30                  | 29,81                         | 30,84            | 20,4                 | 18,4                  | 11,41                                            | 6,75                                                                | 35,0         |
|             | B <sub>1</sub>   | 32—42                  | 35,43                         | 36,56            | 26,5                 | 18,4                  | 17,03                                            | 8,41                                                                | 52,0         |
| 10          | A <sub>п</sub>   | 0—20                   | 33,54                         | 34,21            | 22,3                 | 20,9                  | 12,64                                            | 7,65                                                                | 37,0         |
|             | A <sub>1</sub>   | 20—26                  | 31,36                         | 32,83            | 23,5                 | 21,1                  | 10,26                                            | 7,35                                                                | 35,0         |
|             | AB               | 26—33                  | 34,59                         | 34,95            | 24,5                 | 22,0                  | 12,59                                            | 9,61                                                                | 50,5         |
|             | B <sub>1</sub>   | 33—43                  | 41,44                         | 42,09            | 25,4                 | 20,0                  | 21,44                                            | 10,21                                                               | 57,0         |
| 18          | A <sub>п</sub>   | 0—16                   | 39,54                         | 38,94            | 26,3                 | 23,9                  | 15,64                                            | 8,48                                                                | 52,5         |
|             | AB               | 16—22                  | 48,35                         | 47,55            | 27,6                 | 24,8                  | 23,55                                            | 9,72                                                                | 62,5         |
|             | B <sub>1</sub>   | 25—35                  | 55,73                         | 53,44            | 29,6                 | 22,6                  | 33,13                                            | 12,95                                                               | 85,0         |
|             | A <sub>п</sub>   | 0—10                   | 36,55                         | 36,81            | 19,17                | 23,37                 | 13,18                                            | 7,79                                                                | 55,0         |
| 7           | A <sub>п</sub>   | 12—24                  | 36,74                         | 37,12            | 20,65                | 23,00                 | 13,74                                            | 7,92                                                                | 57,5         |
|             | AB               | 26—36                  | 38,30                         | 40,34            | 22,55                | 24,24                 | 14,06                                            | 8,16                                                                | 62,5         |
|             | A <sub>п</sub>   | 0—20                   | 47,42                         | 46,80            | 30,85                | 29,45                 | 17,97                                            | 7,38                                                                | 56,5         |
|             | A <sub>1</sub>   | 20—30                  | 46,94                         | 46,76            | 29,38                | 30,33                 | 16,61                                            | 7,27                                                                | 71,5         |
| 85          | AB               | 35—45                  | 50,06                         | 50,10            | 33,46                | 32,66                 | 17,40                                            | 7,22                                                                | 75,0         |
|             | A <sub>п</sub>   | 0—20                   | 43,47                         | 41,20            | 25,32                | 23,44                 | 20,03                                            | 7,67                                                                | 55,0         |
|             | A <sub>1</sub>   | 25—35                  | 40,62                         | 42,41            | 24,58                | 21,30                 | 19,32                                            | 7,43                                                                | 50,0         |
|             | AB               | 40—50                  | 43,97                         | 41,17            | 23,57                | 24,26                 | 19,71                                            | 8,20                                                                | 50,0         |
| 31          | A <sub>п</sub>   | 0—20                   | 53,46                         | 51,82            | 33,52                | 32,85                 | 20,61                                            | 6,70                                                                | 65,0         |
|             | A <sub>1</sub>   | 22—32                  | 53,33                         | 55,55            | 30,41                | 32,21                 | 21,12                                            | 6,75                                                                | 70,0         |
|             | A <sub>1</sub>   | 33—43                  | 51,63                         | 49,72            | 27,69                | 26,80                 | 24,83                                            | 6,89                                                                | 65,0         |
|             | A <sub>п</sub>   | 0—10                   | 53,33                         | 54,29            | 34,59                | 31,00                 | 22,33                                            | 6,50                                                                | 62,5         |
| 4           | A <sub>п</sub>   | 10—20                  | 51,39                         | 52,49            | 33,44                | 28,55                 | 22,84                                            | 7,19                                                                | 60,0         |
|             | A <sub>1</sub>   | 20—28                  | 50,00                         | 49,77            | 28,40                | 25,48                 | 24,52                                            | 7,39                                                                | 60,8         |

чем в коричневых почвах. Исключением в этом отношении являются данные для показателя пластичности, по Земятченскому, который в коричневых почвах оказался выше, чем в черноземах, особенно в нижних горизонтах.

С утяжелением механического состава в пределах типа константы пластичности для всех почв увеличиваются.

Набухаемость почв также находится в прямой зависимости от содержания в них гумуса и иловой фракции. Подобно пластичности, набухаемость уменьшается в горизонтах  $A_2$  дерново-подзолистых и  $A_2B$  светло-серых и серых лесных почв и увеличивается в их иллювиальных горизонтах. В коричневых почвах она практически непрерывно возрастает книзу. В темно-серой почве и выщелоченном черноземе набухаемость также увеличивается книзу. В обыкновенном и карбонатном черноземах она уменьшается по профилю, а в черноземе типичном изменяется менее закономерно, т. е. набухаемость также ясно отражает генетические особенности почв. В черноземах влияние механического состава на набухаемость перекрывается содержанием гумуса. Набухаемость черноземов значительно больше, чем нечерноземных почв. Она коррелирует в них с содержанием гумуса, в почвах же нечерноземного типа — преимущественно с механическим составом. Кроме того, набухаемость, как и пластичность, определяется минералогическим составом и составом поглощающего комплекса.

Как видно из табл. 2, пластичность и набухаемость в значительной мере определяются генетическими особенностями почв. Аналогичные выводы делают и другие авторы. Так, по П. У. Бахтину (1954), диапазон относительной влажности между верхним и нижним пределами пластичности для черноземов больший и достигает 60%, для дерново-подзолистых почв он равен примерно 24%.

Величина пластичности в значительной степени определяет способность почв воспринимать пластические деформации под воздействием рабочих органов почвообрабатывающих машин. Чем больше пластичность, тем больше чувствительность почв к деформациям в смоченном состоянии.

Особую важность при обработке почв имеет граница клейкости по Аттербергу, которая, как и липкость, определяет, с одной стороны, способность почв агрегироваться в комочки, а с другой — прилипать к орудиям обработки. У почв пластичных граница клейкости лежит ниже границы текучести, у малопластичных — выше. Этим объясняется меньшее залипание плуга при вспашке более легких дерново-подзолистых почв при влажности, превышающей нижнюю границу текучести.

Константы Аттерберга определяют в значительной степени и состояние «физической спелости» почв. Так, для почв легких диапазон оптимальной влажности, при котором плуг не залипает, более широкий, чем для тяжелых почв, но агрегирование их, в связи с меньшей липкостью, будет происходить в более узких значениях влажности. У почв глинистых, наоборот, диапазон влажности, при котором плуг не залипает, более узок, но агрегирование их будет проходить в более широком диапазоне влажности.

Связность почвы или ее способность противодействовать силе, стремящейся механически разъединить составляющие ее частицы, зависит от наличия цементирующих веществ, механического состава, формы частиц, степени влажности почвы, содержания гумуса, состава поглощенных катионов, минералогического состава, структуры и других причин.

С увеличением влажности связность уменьшается, что обусловлено разобщающим действием молекул воды на частички почвы. С увеличением в почве частиц физической глины и ила, как правило, наблюдается

увеличение связности. Однако, как отмечает Е. М. Сергеев (1952), в ряде случаев строгая зависимость между содержанием глинистых частиц и связностью отсутствует. По Б. А. Кину (1933), органические вещества увеличивают связность. По П. И. Шаврыгину (1936), наоборот, уменьшают. Причиной этого расхождения, очевидно, являются различный механический состав и генетические особенности объектов их исследования. П. И. Шаврыгин указывает также, что связность почв, насыщенных натрием, в 40 раз больше, чем почв, насыщенных водородом, и в 15 раз больше почв, насыщенных кальцием и магнием. Сильное уменьшение связности наблюдается в структурных почвах (В. Р. Вильямс, 1947; Е. М. Сергеев, 1952).

Наименьшая нагрузка в  $г/см^2$ , при которой происходит разрушение почвы вследствие того, что величина давления превосходит силы сцепления между частицами почвы, называется пределом прочности и выражается величиной временного сопротивления почвы действующей силе. Различают временное сопротивление почвы растяжению, разрыву, сжатию, сдвигу, изгибу.

Я. М. Жук и В. Ф. Рубин (1940) показали, что при увеличении содержания глинистых и мелкопылеватых частиц в почве, при прочих равных условиях, наблюдается возрастание величины временного сопротивления разрыву. Бесструктурные почвы оказывают, по их данным, значительно большее сопротивление разрыву, сдвигу и изгибу, чем структурные. Временное сопротивление почв разрыву, сдвигу и изгибу с увеличением влажности в пределах от максимальной гигроскопичности до капиллярной влагоемкости уменьшается. В пределах влажности от воздушно-сухого состояния до максимальной гигроскопичности временное сопротивление изгибу и разрыву увеличивается, а временное сопротивление сдвигу уменьшается. При переходе влажности через величину, соответствующую полуторной максимальной гигроскопичности либо близкую к ней, происходит резкое падение сопротивления почвы, вследствие чего такая влажность должна быть признана нижним пределом обрабатываемости.

Мы определяли деформацию сжатия. Определения проводили на сжимающем пластометре типа ПСМ-2 и выражали величинами временного сопротивления сжатию в  $г/см^2$ . Для определения величины временного сопротивления сжатию из почвы при влажности, соответствующей границе нижней текучести, по Васильеву, скатывали шарик с диаметром 13 мм. Последний подвергали раздавливанию до появления первых трещин. Стрелка часового индикатора прибора регистрировала изменение диаметра шарика и нагрузку, при которой происходило появление первых трещин. Полученные данные обрабатывались математически.

В табл. 3 приведены результаты определения связности и деформации сжатия.

Из таблицы видно, что верхние горизонты нечерноземных почв республики характеризуются высокой связностью, что обусловлено распыленностью их структуры и тяжелым механическим составом. В пределах подтипов с утяжелением механического состава связность увеличивается. Так, в дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве в пахотном горизонте она равна 439, а в тяжелосуглинистой соответственно — 521  $г/см^2$ , в том же горизонте серой лесной среднесуглинистой — 554, легкогоглинистой — 842  $г/см^2$ . Заметное увеличение связности наблюдается в подзолистом горизонте. Причиной отмеченного является резкое уменьшение в названном горизонте гумуса, а вследствие этого значительно большая его распыленность. Максимальная связность соответствует иллювиальным горизонтам этих почв, где скапливаются наибольшие количества глинистой и иловой фракций.

Таблица 3

## Временное сопротивление сжатию и связность почв

| Разрез | Горизонт         | Глубина | Число определений | Элементы вариационной статистики |              |         |             |        | Времен. сопр. сжатию $\text{г/см}^2$ | Связность $\text{г/см}^2$ |
|--------|------------------|---------|-------------------|----------------------------------|--------------|---------|-------------|--------|--------------------------------------|---------------------------|
|        |                  |         |                   | среднее показание прибора М      | $\pm \sigma$ | $\pm m$ | $\sigma \%$ | $m \%$ |                                      |                           |
| 17     | A <sub>п</sub>   | 0—20    | 4                 | 3,88                             | 0,17         | 0,09    | 4,41        | 2,20   | 290,4                                | 499                       |
|        | A <sub>1</sub>   | 20—30   | 5                 | 4,09                             | 0,18         | 0,09    | 4,43        | 2,13   | 354                                  | 536                       |
|        | A <sub>2</sub>   | 29—37   | 3                 | 4,38                             | 0,02         | 0,01    | 0,46        | 0,27   | 327,8                                | 765                       |
|        | B <sub>1</sub>   | 40—50   | 5                 | 4,50                             | 0,21         | 0,09    | 4,55        | 2,02   | 336,8                                | 812                       |
| 21     | A <sub>п</sub>   | 0—17    | 5                 | 3,85                             | 0,13         | 0,13    | 8,07        | 3,61   | 292,5                                | 521                       |
|        | A <sub>2</sub>   | 17—21   | 5                 | 4,61                             | 0,16         | 0,09    | 3,44        | 2,00   | 345,7                                | 947                       |
|        | A <sub>2</sub> B | 21—27   | 3                 | 4,68                             | 0,18         | 0,11    | 3,87        | 2,24   | 350,2                                | 1044                      |
| 59     | A <sub>п</sub>   | 0—25    | 5                 | 3,12                             | 0,23         | 0,10    | 7,40        | 3,30   | 233,5                                | 341                       |
|        | A <sub>2</sub> B | 26—36   | 5                 | 3,07                             | 0,46         | 0,21    | 15,05       | 6,70   | 221                                  | 624                       |
|        | B <sub>1</sub>   | 40—50   | 3                 | 3,74                             | 0,28         | 0,16    | 7,40        | 4,22   | 279,9                                | 1444                      |
| 74     | A <sub>п</sub>   | 0—25    | 4                 | 2,80                             | 0,07         | 0,04    | 2,57        | 1,26   | 204,7                                | 554                       |
|        | A <sub>2</sub> B | 28—38   | 4                 | 3,00                             | 0,14         | 0,07    | 4,70        | 2,35   | 224,6                                | 349                       |
|        | B <sub>1</sub>   | 40—50   | 4                 | 4,21                             | 0,16         | 0,08    | 3,80        | 1,90   | 314,4                                | 1046                      |
| 6      | A <sub>п</sub>   | 0—17    | 4                 | 3,57                             | 0,09         | 0,05    | 2,66        | 1,33   | 266,5                                | 842                       |
|        | A <sub>2</sub> B | 18—26   | 4                 | 4,08                             | 0,28         | 0,14    | 7,07        | 3,52   | 305,4                                | 739                       |
|        | B <sub>1</sub>   | 30—40   | 5                 | 4,19                             | 0,29         | 0,13    | 7,09        | 3,08   | 329,4                                | 1326                      |
| 78     | A <sub>п</sub>   | 0—23    | 3                 | 3,29                             | 0,05         | 0,03    | 1,64        | 0,94   | 245,5                                | 525                       |
|        | A <sub>2</sub> B | 24—30   | 4                 | 4,19                             | 0,24         | 1,12    | 5,62        | 2,81   | 314,5                                | 987                       |
|        | B <sub>1</sub>   | 32—42   | 4                 | 4,34                             | 0,15         | 0,07    | 3,88        | 2,61   | 324,5                                | 1381                      |
| 10     | A <sub>п</sub>   | 0—20    | 3                 | 2,86                             | 0,11         | 0,06    | 3,84        | 2,24   | 215,6                                | 551                       |
|        | A <sub>1</sub>   | 21—26   | 5                 | 3,60                             | 0,80         | 0,39    | 22,22       | 11,00  | 269,5                                | 571                       |
|        | B <sub>1</sub>   | 33—43   | 3                 | 4,24                             | 0,18         | 0,10    | 4,12        | 2,38   | 326,9                                | 750                       |
| 18     | A <sub>п</sub>   | 0—16    | 4                 | 3,96                             | 0,29         | 0,14    | 7,19        | 3,59   | 296,4                                | 496                       |
|        | AB               | 16—22   | 4                 | 4,15                             | 0,11         | 0,05    | 2,58        | 1,29   | 309,8                                | 637                       |
|        | B <sub>1</sub>   | 25—35   | 3                 | 5,47                             | 0,41         | 0,21    | 7,50        | 4,33   | 408,7                                | н.о.                      |
| 7      | A <sub>п</sub>   | 0—10    | 4                 | 3,33                             | 0,22         | 0,11    | 6,69        | 3,34   | 248,5                                | 631                       |
|        | A <sub>п</sub>   | 12—24   | 3                 | 3,65                             | 0            | 0       | 0           | 0      | 278,9                                | 700                       |
|        | AB               | 26—35   | 3                 | 3,86                             | 0,10         | 0,06    | 2,87        | 1,66   | 288,9                                | 1348                      |
| 85     | A <sub>п</sub>   | 0—20    | 4                 | 3,31                             | 0,12         | 0,06    | 3,62        | 1,81   | 247,0                                | 249                       |
|        | A <sub>1</sub>   | 20—30   | 6                 | 2,70                             | 0,31         | 0,16    | 11,55       | 5,77   | 202,0                                | 287                       |
|        | AB               | 35—45   | 5                 | 3,36                             | 0,21         | 0,09    | 6,28        | 2,80   | 251,5                                | 512                       |
| 31     | A <sub>п</sub>   | 0—20    | 4                 | 3,08                             | 0,14         | 0,07    | 4,41        | 2,20   | 230,3                                | 238                       |
|        | A <sub>1</sub>   | 25—35   | 4                 | 2,70                             | 0,27         | 0,11    | 9,64        | 3,95   | 202,0                                | 300                       |
|        | AB               | 40—50   | 5                 | 3,50                             | 0,20         | 0,09    | 5,62        | 2,81   | 261,9                                | 305                       |
| 47     | A <sub>п</sub>   | 0—20    | 5                 | 2,37                             | 0,31         | 0,14    | 12,86       | 5,73   | 176,6                                | 208                       |
|        | A <sub>1</sub>   | 22—32   | 6                 | 2,01                             | 0,45         | 0,18    | 22,29       | 9,11   | 151,2                                | 144                       |
|        | AB               | 33—43   | 3                 | 2,85                             | 0,06         | 0,03    | 1,92        | 1,12   | 212,5                                | 156                       |
| 4      | A <sub>п</sub>   | 0—10    | 4                 | 2,47                             | 0,16         | 0,08    | 6,60        | 3,30   | 184,1                                | 292                       |
|        | A <sub>п</sub>   | 10—20   | 4                 | 2,68                             | 0,18         | 0,09    | 6,79        | 3,39   | 200,5                                | 268                       |
|        | A <sub>1</sub>   | 20—28   | 3                 | 3,22                             | 0,13         | 0,07    | 3,88        | 2,23   | 241,0                                | 198                       |

В пахотных горизонтах черноземов связность меньше, чем в тех же горизонтах только что рассмотренных почв почти вдвое, несмотря на их тяжелый механический состав. Меньшая связность черноземов обусловлена высокой их гумусированностью и наличием хорошо выраженной микроструктуры, т. е. их генетическими особенностями. Заметное увеличение связности с углублением по профилю наблюдается лишь в выщелоченном черноземе. В черноземах типичном и карбонатном связность книзу уменьшается, причиной чего является большая распыленность верхних горизонтов.

Временное сопротивление сжатию (деформация сжатия) в дерново-подзолистых и серых лесных почвах увеличивается с утяжелением их механического состава. Большое влияние на этот показатель оказывает содержание гумуса, что подтверждается более высокими величинами сопротивления сжатию в верхних горизонтах дерново-подзолистых почв по сравнению с теми же горизонтами серых лесных почв и увеличением деформации сжатия с углублением по профилю.

Временное сопротивление сжатию в черноземах меньше, чем в почвах нечерноземного ряда, что опять-таки связано с большей гумусностью и лучшей макро- и микроструктурностью первых почв.

Коричневые лесные почвы имеют большие величины временного сопротивления сжатию, так как они обладают тяжелым механическим составом и сравнительно бедны гумусом.

Математическая обработка полученных данных свидетельствует о достаточной точности определений. Так, вариационный коэффициент изменяется от 1,64 до 7,0, показатель точности опыта — от 0,94 до 5,0, редко отклоняясь от этих величин.

Результаты определения констант пластичности, набухания, связности и временного сопротивления сжатию для некоторых почв Татарии показали их четкую зависимость от генетических особенностей почв, подтвердив положение Н. А. Качинского (1962) о том, что физико-механические свойства почв можно рассматривать, как фактор, характеризующий тип почвы.

#### ЛИТЕРАТУРА

Бахтин П. У. Физическая спелость почвы и скорость вспашки. Почвоведение, № 5, 1952.

Бахтин П. У. Удельное сопротивление и оптимальные влажности для обработки почв. Почвоведение, № 3, 1953.

Бахтин П. У. Динамика физико-механических свойств почв в связи с вопросами их обработки. Тр. почв. ин-та им. Докучаева, т. 45, 1954.

Бахтин П. У., Николаева И. Н., Волоцкая В. И. Сопротивление сдвигу, коэффициент трения и сцепление кашт. почв и юж. чернозема. Почвоведение, № 11, 1963.

Вадюнина А. Ф. Динамика липкости различных почв в зависимости от влажности. Почвоведение, № 8, 1939.

Вадюнина А. Ф. Динамика коэффициента трения в зависимости от влажности и культурного состояния почв. Уч. зап. Моск. ун-та, в. 44, 1940.

Васильев А. М. Исследования физ. свойств почвы. Кишинев. 1952.

Вильямс В. Р. Почвоведение, 1947.

Горячкин В. П. О физико-механических и агротех. свойствах почвы. Теория, конструкция и производство с/х машин, т. 2, 1936.

Жук Я. М., Рубин В. Ф. О сопротивлении почв различным деформациям. Почвообрабатывающие машины, в. 27, 1940.

Землятченский П. А. Глины СССР, АН СССР, 1935.

Качинский Н. А. Изучение физических свойств почвы и корневых систем растений, 1931.

Качинский Н. А. Свойства почвы, как фактор, определяющий условия работы с/х машин. Почвоведение, № 8, 1938.

Качинский Н. А. Определение удельного сопротивления плуга при пахоте по сопротивлению почвы расклиниванию. Уч. зап. Моск. ун-та, в. 44, 1940.

Качинский Н. А. Физико-механические свойства почвы как новый фактор, характеризующий тип почвы и определяющий работу с/х машин, 1962.

Кин Б. А. Физические свойства почвы, 1933.

Комов И. О. О земледелии. М., 1788.

Оганесян А. П. Зависимость удельного сопротивления при вспашке на различные глубины от структурности почв. профиля. В сб. «Памяти В. Р. Вильямса», М., 1942.

Оганесян А. П. Влияние механического состава почвы на ее удельное сопротивление. В тр. юбил. сессии, посвященной 100-летию со дня рождения Докучаева, АН СССР, 1949.

Пигулевский М. Х. Основы и методы изучения почвенных деформаций. Теория, конструкция и производство с/х машин, т. 2, 1936.

Сергеев Е. М. Общее грунтоведение. Изд. Мос. ун-та, 1952.

Шаврыгин П. И. Физические свойства почв в зависимости от состава поглощенных оснований. Тр. почв. ин-та им. Докучаева, т. 13, 1936.

Щучкин Н. В. Физико-механические свойства почвы и сила тяги плугов. Почвообрабатывающие машины, в. 2, 1940.

А. В. Колоскова, Л. И. Шитова

## ОПОДЗОЛЕННЫЕ ЧЕРНОЗЕМЫ ТАТАРИИ

Оподзоленные черноземы встречаются в Татарии в Западном и Восточном Закамье по верхним частям склонов и плато средних высот, в Высоком Предволжье — на вогнутых участках плато и на пониженных частях склонов. Меньше они распространены в Юго-Восточном Закамье и Юго-Западном Предволжье. Почвообразующими породами для этих почв служат желто-бурые делювиальные лессовидные глины и суглинки. Элювиальные третичные коричнево-бурые и элювио-делювиальные красновато-бурые пермские глины встречаются реже.

Оподзоленные черноземы характеризуются наличием в нижней части гумусового горизонта светло-серой присыпки кремнезема на поверхности структурных отдельностей, особенно заметной при высыхании. Они имеют ясно выраженный иллювиальный горизонт с ореховатой и призматической структурой, с ясным глянцем на поверхности, плотного сложения.

В пределах Татарии эти почвы различаются по мощности гумусового слоя и количеству гумуса (тучные и среднегумусные, средне- и мало-мощные). Мощность гумусового слоя колеблется у них от 40 до 55 см. Карбонаты обычно встречаются на глубине 80—110 и более см (Почвы Татарии, 1962).

Для более подробного ознакомления с их морфологией приведем описание разреза.

Разрез III. Заложен на юг от конца с. Аксубаево в 400 м и в 25 м от тракта на Мамыково. Широкий слабо пологий склон восточной экспозиции.

Паровое поле. Сильно засорено осотом, вьюнком, лебедой.

Ап 0—27 см. Почти черный, свежий. Комковато-неяснозернистый. Рыхлый. Тяжелосуглинистый. Много корней. Переход постепенный.

А<sub>1</sub> 27—35 см. Темно-серый, свежий. Комковато-неяснозернистый. Плотноватый. Содержит корни. Тяжелосуглинистый. Переход заметный.

AB 35—42 см. Буровато-темно-серый. Комковато-крупнозернистый с ореховатостью. При высыхании заметно сереет от присыпки кремнезема. Плотноватый тяжелый суглинок. Переход заметный.

B<sub>1</sub> 42—59 см. Серовато-бурый с затеками гумуса. Мелко- и средне-ореховатый с зернистостью. Тяжелосуглинистый. Плотный. Пористый. Переход заметный.

B<sub>2</sub> 59—95 см. Желтовато-бурый. Структура разнородно-ореховатая. На поверхности отдельностей темный глянец гумуса. Очень плотный, пористый. Тяжелосуглинистый. Переход постепенный.

Механический и микроагрегатный состав оподзоленных черноземов (% на абсолютно-сухую навеску)

| Механический состав почвы по верхнему горизонту, залегание по рельефу, колхоз, район                                                  | № разреза | Горизонт и глубина образца, см | Потери от об-работки НС, % | Диаметр фракций, мм |                |                |                |                |              | Коэффициент дисперсности по Кавчинскому | Фактор структурности по Кавчинскому | Микро-о-структурность Димо | Материнская порода                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------|----------------------------|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|-----------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------|
|                                                                                                                                       |           |                                |                            | >0,25               | 0,25—0,05      | 0,05—0,01      | >0,01          | <0,01          | 0,01—0,005   | 0,005—0,001                             | <0,001                              |                            |                                        |
| Тяжелосуглинистый, иловатопылеватый, еле заметный склон восточно-северо-восточной экспозиции; колхоз "Красный Октябрь", Чистопольский | 7         | A <sub>n</sub>                 | не опр.                    | 0,67<br>18,30       | 9,08<br>21,60  | 32,17<br>45,90 | 41,92<br>85,80 | 58,08<br>14,20 | 7,42<br>8,37 | 12,08<br>4,24                           | 38,58<br>1,59                       | 26,2                       | Легкая де-лювиальная глина, мел-       |
|                                                                                                                                       |           | A <sub>1</sub> 23—33           | "                          | 0,50<br>22,79       | 15,82<br>35,13 | 33,81<br>31,59 | 50,13<br>89,51 | 49,87<br>10,49 | 8,80<br>4,61 | 8,26<br>4,40                            | 32,81<br>1,48                       | 17,1                       | колесапо-пылевато-                     |
|                                                                                                                                       |           | A <sub>1</sub> 33—43           | "                          | 0,55<br>18,55       | 13,59<br>34,02 | 32,97<br>34,03 | 47,11<br>86,60 | 12,89<br>13,40 | 8,32<br>5,53 | 12,77<br>4,56                           | 31,80<br>3,28                       | 21,5                       | иловатая, бескарбо-                    |
|                                                                                                                                       |           | AB 50—60                       | "                          | 0,59<br>14,29       | 11,58<br>28,74 | 34,18<br>40,74 | 46,35<br>83,77 | 53,65<br>16,23 | 6,25<br>6,40 | 11,60<br>5,98                           | 35,80<br>3,85                       | 23,7                       | натная                                 |
|                                                                                                                                       |           | B <sub>1</sub> 65—75           | "                          | 0,68<br>14,69       | 12,49<br>30,92 | 33,28<br>37,33 | 46,45<br>82,94 | 53,55<br>17,06 | 5,88<br>7,14 | 11,34<br>5,31                           | 36,33<br>4,41                       | 22,5                       |                                        |
|                                                                                                                                       |           | B <sub>2</sub> 85—95           | "                          | 0,86<br>21,81       | 9,80<br>27,59  | 36,00<br>34,08 | 46,66<br>83,48 | 53,34<br>16,52 | 7,33<br>6,47 | 10,97<br>6,95                           | 35,04<br>3,10                       | 15,9                       |                                        |
|                                                                                                                                       |           | B <sub>3</sub> 120—130         | "                          | 0,60<br>9,83        | 13,41<br>25,39 | 33,44<br>44,41 | 47,45<br>79,63 | 52,55<br>20,37 | 7,77<br>4,93 | 7,87<br>10,45                           | 36,91<br>4,99                       | 22,9                       |                                        |
|                                                                                                                                       |           | BC 190—200                     | "                          | 1,54<br>5,75        | 19,71<br>35,77 | 25,42<br>37,75 | 46,66<br>79,27 | 53,34<br>20,73 | 5,46<br>6,98 | 10,50<br>8,08                           | 37,38<br>5,67                       | 28,4                       |                                        |
|                                                                                                                                       |           | A <sub>n</sub> 0—20            | не опр.                    | 1,80<br>9,90        | 7,10<br>46,77  | 8,90<br>56,67  | 38,11<br>93,23 | 61,89<br>6,72  | 9,41<br>3,41 | 16,90<br>2,55                           | 36,58<br>0,76                       | 47,1                       | Легкая иловато-пы-                     |
|                                                                                                                                       |           | A <sub>1</sub> 20—27           | "                          | 1,86<br>18,86       | 5,58<br>43,88  | 7,44<br>62,74  | 37,86<br>93,26 | 62,14<br>6,74  | 9,94<br>3,38 | 13,85<br>1,84                           | 38,35<br>1,52                       | 38,4                       | левая де-люви-альная карбонатная глина |
|                                                                                                                                       |           | AB 27—37                       | "                          | 1,64<br>29,94       | 6,30<br>31,66  | 7,94<br>61,60  | 33,59<br>86,73 | 66,41<br>13,27 | 8,77<br>4,69 | 16,18<br>5,48                           | 41,46<br>3,10                       | 24,8                       |                                        |

Легкоглинистый, иловато-пылеватый, вторая треть широкого слабо пологого склона восточной экспозиции; колхоз "13 лет Октября", Тетюшский

| Механический состав почвы по верхнему горизонту, залегание по гильефу, колхоз район                   | Мех. разреза | Горизонт и глубина, образца см | Плотность от 0 до 100% | Диаметр фракций, мм |                |                |                |                |                | Коэффициент дисперсности по Качинскому | Фактор структурности по Вазониной | Макроструктурность по Димо | Материнская порода |                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------------------|------------------------|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                       |              |                                |                        | >0,25               | 0,25—0,05      | >0,05          | 0,05—0,01      | >0,01          | <0,01          |                                        |                                   |                            |                    |                                                                   |
|                                                                                                       |              |                                |                        | >0,25               | 0,25—0,05      | >0,05          | 0,05—0,01      | >0,01          | <0,01          | 0,01—0,005                             | 0,005—0,001                       | <0,001                     |                    |                                                                   |
| Тяжелосуглинистый, мелкопесчаный, слабопологий склон восточной экспозиции; колхоз "Маяк", Октябрьский | III          | B <sub>1</sub> 41—51           | не опр.                | 1,69<br>23,74       | 6,95<br>37,55  | 8,64<br>61,29  | 27,66<br>25,79 | 36,30<br>87,08 | 63,70<br>12,92 | 8,17<br>3,31                           | 13,35<br>6,09                     | 42,18<br>3,52              | 125,0<br>28,7      | Дельтавиальный таже-ный суглинок, мелкопесчано-пы-левато-пы-ловый |
|                                                                                                       |              | B <sub>2</sub> 53—63           | "                      | 1,59<br>18,29       | 9,63<br>32,93  | 11,22<br>51,25 | 29,45<br>32,28 | 40,67<br>83,53 | 59,33<br>16,47 | 6,12<br>5,39                           | 13,01<br>8,12                     | 40,20<br>2,99              | 114,0<br>26,1      |                                                                   |
|                                                                                                       |              | B <sub>3</sub> 70—80           | 6,01                   | 1,63                | 3,49           | 5,12           | 26,39          | 37,52          | 62,48          | 8,90                                   | 13,03                             | 40,55                      | 115,5              |                                                                   |
|                                                                                                       |              | BC 95—105                      | 8,01                   | 1,43                | 3,69           | 5,12           | 26,39          | 39,52          | 60,48          | 8,70                                   | 13,23                             | 38,55                      | 107,5              |                                                                   |
|                                                                                                       |              | C 178—188                      | 10,47                  | 3,53                | 5,05           | 8,58           | 24,21          | 43,56          | 56,44          | 8,28                                   | 11,80                             | 36,36                      | 92,8               |                                                                   |
|                                                                                                       |              | A <sub>n</sub> 0—25            | ге                     | 9,53<br>12,30       | 13,70<br>36,35 | 23,23<br>48,65 | 24,63<br>36,18 | 47,86<br>84,83 | 52,14<br>15,17 | 9,78<br>8,72                           | 13,02<br>5,51                     | 29,34<br>0,94              | 73,4<br>34,2       |                                                                   |
|                                                                                                       |              | A <sub>1</sub> 27—35           | "                      | 10,07<br>19,80      | 16,34<br>33,91 | 26,41<br>53,71 | 23,31<br>32,85 | 49,75<br>86,56 | 50,25<br>13,44 | 8,25<br>7,62                           | 13,21<br>4,05                     | 28,79<br>1,77              | 72,4<br>27,1       |                                                                   |
|                                                                                                       |              | AB 35—42                       | "                      | 5,33<br>22,10       | 20,58<br>31,60 | 25,91<br>53,70 | 26,80<br>30,95 | 52,71<br>84,65 | 47,29<br>15,35 | 8,32<br>5,73                           | 9,66<br>7,92                      | 29,31<br>1,70              | 63,9<br>15,2       |                                                                   |
|                                                                                                       |              | B <sub>1</sub> 45—55           | "                      | 10,49<br>18,93      | 9,11<br>38,87  | 19,60<br>57,80 | 22,08<br>26,35 | 41,68<br>84,15 | 58,32<br>15,85 | 10,54<br>6,15                          | 9,22<br>6,32                      | 38,56<br>2,98              | 91,5<br>34,0       |                                                                   |
|                                                                                                       |              | B <sub>2</sub> 75—85           | "                      | 17,53<br>20,30      | 5,91<br>34,16  | 13,44<br>54,40 | 29,66<br>24,85 | 43,10<br>79,25 | 56,90<br>20,75 | 6,12<br>8,22                           | 9,83<br>6,96                      | 30,95<br>5,57              | 68,8<br>23,4       |                                                                   |
|                                                                                                       |              | B <sub>3</sub> 95—105          | "                      | 7,80                | 8,34           | 16,14          | 26,38          | 42,52          | 57,48          | 6,56                                   | 10,51                             | 40,41                      | 104,0              |                                                                   |
|                                                                                                       |              | C 125—135                      | "                      | 10,20               | 17,35          | 27,55          | 23,81          | 51,36          | 48,64          | 1,35                                   | 10,71                             | 36,57                      | 89,7               |                                                                   |

Вз 95—125 см. Буровато-желтый. Неясно крупноореховатый, с глянцем и темными затеками гумуса. Очень плотный. Пористый. Тяжелосуглинистый. Переход постепенный.

С 125—150 см. Буровато-желтый. Структура неясная, плотный, тяжелосуглинистый, пористый. В нижней части слабо вскипает от соляной кислоты.

Почва: чернозем оподзоленный тяжелосуглинистый на делювиальном карбонатном желто-буром тяжелом суглинке. Приведенное описание является довольно типичным для этих почв.

В табл. 1 приведены механический и микроагрегатный состав оподзоленных черноземов.

Из таблицы видно, что эти почвы имеют тяжелосуглинистый или легкосуглинистый механический состав. Преобладающими фракциями в них обычно являются иловатая и крупнопылеватая. Крупного песка часто практически не содержится, а количество мелкого колеблется, около 10—15%. Однако имеют место случаи, когда крупнопесчаная фракция достигает 10%, а содержание мелкого песка равняется 15—20%, т. е. общее содержание песка увеличивается до 25%. В этом случае в верхних горизонтах наблюдается уменьшение иловатой фракции (р. III). В оподзоленных черноземах происходит уменьшение иловатой фракции в конце гумусового слоя, а после этого ее увеличение (р. 7) или она обнаруживает максимум в иллювиальном горизонте, уменьшаясь от него в обе стороны (рр. II, III).

Микроструктура в оподзоленных черноземах довольно хорошо выражена. В более тяжелых разновидностях количество микроагрегатов крупнее 0,25 мм в пахотных горизонтах составляет 8—18% и увеличивается в иллювиальных до 21—28%. Сумма микроагрегатов крупнее 0,05 мм за вычетом механических элементов того же размера для этих горизонтов соответственно составляет 30—48 и 40—50%. В разновидностях, обогащенных мелким песком, названных фракций микроагрегатов содержится несколько меньше (р. III). Количество микроагрегатов крупнее 0,01 мм в первом случае в верхних горизонтах составляет 45—55%, во втором — 37—40%. Оно несколько уменьшается книзу. Иловатая фракция в верхних горизонтах агрегирует полнее, чем в нижних. Соответственно этому коэффициент дисперсности от крайне небольших значений в пахотных горизонтах (2,1—4,1) заметно увеличивается к иллювиальным (8,5—18,0). Отмеченное, по-видимому, связано с быстрым убыванием гумуса и поглощенных оснований по профилям этих почв, а отсюда с нехваткой в них коагуляторов для агрегации механических элементов. Фактор структурности высокий. Его значения равняются в пахотных горизонтах 73—115. Книзу он обычно уменьшается. Микроструктурность пахотных горизонтов меняется от 26 до 47, находясь в обратной зависимости от содержания наиболее крупных микроагрегатов (>0,25 мм).

В табл. 2 приведены агрохимические показатели оподзоленных черноземов.

Исследованные нами черноземы являются среднегумусными. Количество гумуса колеблется в них от 7,20 до 7,91%. Гумус довольно быстро убывает с глубиной и в конце первого полуметра его нередко содержится 2,0—2,2%. Параллельно гумусу изменяется сумма поглощенных оснований. Гидролитическая кислотность в пахотном слое равна 3—4,5 м/экв. Книзу она убывает. Степень насыщенности основаниями 90—94%. Она мало меняется по профилю. Реакция среды в верхних горизонтах слабощелочная. В иллювиальных горизонтах кислотность, по данным pH солевой суспензии, увеличивается, иногда довольно ясно (р. 7). Глубже реакция усредняется. Обеспеченность фосфором близка средней.

Агрохимические показатели оподзоленных черноземов

| Район         | № разреза | Горизонт и глубина образца, см | Гумус, % | Сумма поглощенных оснований, м/экв | Гидролитическая кислотность, м/экв | Степень насыщенности основаниями, % | pH      |        | Р <sub>2</sub> О <sub>5</sub> подвижная, мг/100 г |
|---------------|-----------|--------------------------------|----------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---------|--------|---------------------------------------------------|
|               |           |                                |          |                                    |                                    |                                     | селевой | водный |                                                   |
| Октябрьский   | III       | A <sub>п</sub> 0—25            | 7,20     | 46,56                              | 3,37                               | 93                                  | 5,56    | 6,70   | 13,3                                              |
|               |           | A <sub>1</sub> 27—35           | 6,90     | 44,20                              | 3,88                               | 92                                  | 5,55    | 6,71   | 6,0                                               |
|               |           | AB 35—42                       | 2,61     | 33,60                              | 2,65                               | 93                                  | 5,43    | 6,79   | 3,8                                               |
|               |           | B <sub>1</sub> 45—55           | 1,47     | 29,24                              | 2,45                               | 93                                  | 5,36    | 6,83   | 5,2                                               |
|               |           | B <sub>2</sub> 75—85           | не опр.  | 30,85                              | 2,45                               | 93                                  | 5,03    | 6,81   | 11,5                                              |
|               |           | B <sub>3</sub> 105—115         | "        | не опр.                            | не опр.                            | —                                   | 5,22    | 6,92   | 27,8                                              |
|               |           | BC 125—135                     | "        | "                                  | "                                  | —                                   | 5,60    | 7,35   | 28,0                                              |
|               |           |                                |          |                                    |                                    |                                     |         |        |                                                   |
| Теляшский     | II        | A <sub>п</sub> 0—20            | 7,48     | 42,95                              | 4,58                               | 90                                  | 5,10    | 6,51   | 15,8                                              |
|               |           | A <sub>1</sub> 20—27           | 5,08     | 37,04                              | 3,93                               | 90                                  | 5,19    | 6,58   | 15,4                                              |
|               |           | AB 27—37                       | 2,44     | 26,60                              | 3,02                               | 90                                  | 5,19    | 6,56   | 15,7                                              |
|               |           | B <sub>1</sub> 41—51           | 2,27     | 25,31                              | 2,92                               | 90                                  | 5,19    | 6,60   | 20,6                                              |
|               |           | B <sub>2</sub> 53—63           | 1,19     | 25,50                              | 2,18                               | 92                                  | 5,13    | 6,65   | 25,6                                              |
|               |           | B <sub>3</sub> 70—80           | не опр.  | не опр.                            | не опр.                            | —                                   | не опр. | 6,74   | не опр.                                           |
|               |           | C 178—188                      | "        | "                                  | "                                  | —                                   | "       | 7,32   | "                                                 |
|               |           |                                |          |                                    |                                    |                                     |         |        |                                                   |
| Чистопольский | 7         | A <sub>п</sub> 0—20            | 7,91     | 43,99                              | 3,07                               | 94                                  | 5,15    | 6,00   | 17,6                                              |
|               |           | A <sub>1</sub> 23—33           | 7,73     | 41,23                              | 2,76                               | 95                                  | 5,30    | 6,38   | 13,8                                              |
|               |           | A <sub>2</sub> 33—43           | 6,21     | 38,50                              | 2,92                               | 94                                  | 5,25    | 6,31   | 17,4                                              |
|               |           | AB 50—60                       | 3,92     | 35,60                              | 2,50                               | 93                                  | 5,10    | 6,32   | 20,7                                              |
|               |           | B <sub>1</sub> 65—75           | 2,50     | 30,80                              | 2,41                               | 92                                  | 4,90    | 6,10   | 20,8                                              |
|               |           | B <sub>2</sub> 85—95           | 1,52     | 29,64                              | 1,50                               | 95                                  | 4,75    | 6,29   | 11,8                                              |

В табл. 3 представлен структурно-агрегатный состав этих почв.

Из таблицы видно, что в пахотных горизонтах оподзоленных черноземов содержится заметное количество отдельных крупнее 10 мм. В центральной части гумусового слоя оно обычно убывает, а глубже снова увеличивается. Сумма мелкоореховатых и зернистых структурных отдельных в пахотных горизонтах колеблется около 30%, в подпахотных она увеличивается до 50 и в АВ до 60%. Начиная с конца иллювиального горизонта, количество этих фракций сначала постепенно, а затем резко убывает. Содержание пылевой фракции в пахотных горизонтах равняется 10—12% и уменьшается с глубиной.

Водопрочность структуры в оподзоленных черноземах в связи с их выпаханностью небольшая. Так, в пахотных горизонтах сумма водопрочных агрегатов крупнее 0,25 мм в ряде случаев равна всего лишь 14—20%, реже она увеличивается до 42% (р. III). В подпахотных горизонтах водопрочность структуры резко возрастает. В них уже появляются водопрочные агрегаты крупнее 1 мм. Количество их выражается 11—33%, а сумма агрегатов крупнее 0,25 мм равняется 47—60%. Дальнейшее увеличение водопрочности структуры наблюдается в горизонтах АВ, В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub>. В них сумма водопрочных агрегатов составляет 58—85%. Резкое уменьшение водопрочности структуры наблюдается в почвообразующей породе.

В табл. 4 сведены физические свойства этих почв.

Удельный вес твердой фазы в пахотных горизонтах оподзоленных черноземов равняется 2,42—2,49. Книзу он увеличивается до 2,58—2,59.

Структурно-агрегатный состав оподзоленных чернозёмов (% на воздушно-сухую навеску)

| Место взятия образцов                         | №№ раз-реза | Горизонт, глубина образца, см | Размер структурных отдельностей, мм |      |       |      |      |      |          |       |      |      | Размер агрегатов, мм |      |            |       |       |      |      |
|-----------------------------------------------|-------------|-------------------------------|-------------------------------------|------|-------|------|------|------|----------|-------|------|------|----------------------|------|------------|-------|-------|------|------|
|                                               |             |                               | >10                                 | 0-7  | 7-5,5 | 3-3  | 2-2  | 1-1  | 0,5-0,25 | <0,25 | >3   | 3-2  | 2-1                  | >1   | 1-0,5-0,25 | >0,25 | <0,25 |      |      |
|                                               |             |                               |                                     |      |       |      |      |      |          |       |      |      |                      |      |            |       |       |      |      |
| Колхоз «Красный Октябрь», Чистопольский район | 7           | Ап 0-20                       | 25,9                                | 8,6  | 7,4   | 11,0 | 8,2  | 8,1  | 12,3     | 6,1   | 12,4 | 0,6  | 0,2                  | 0,8  | 1,6        | 5,0   | 6,9   | 13,5 | 86,5 |
|                                               | А, 23-33    | —                             | —                                   | 1,1  | 13,0  | 21,3 | 18,4 | 21,9 | 9,6      | 14,7  | —    | 1,1  | 6,0                  | 7,1  | 27,8       | 12,2  | 47,1  | 52,9 |      |
|                                               | А, 33-43    | 1,9                           | 2,9                                 | 5,1  | 24,8  | 22,0 | 15,7 | 14,6 | 3,5      | 9,5   | —    | 2,5  | 1,6                  | 4,1  | 24,5       | 13,0  | 41,6  | 58,4 |      |
|                                               | АВ 50-60    | 4,2                           | 4,5                                 | 7,5  | 20,4  | 17,2 | 14,1 | 16,3 | 7,6      | 8,2   | 2,0  | 12,6 | 8,2                  | 22,8 | 19,3       | 10,2  | 52,3  | 47,7 |      |
|                                               | В, 65-75    | 11,3                          | 11,2                                | 11,0 | 22,7  | 14,6 | 11,4 | 10,7 | 3,7      | 3,4   | 2,9  | 9,0  | 18,0                 | 29,9 | 19,4       | 10,1  | 59,4  | 40,6 |      |
|                                               | В, 85-95    | 19,2                          | 15,0                                | 14,5 | 19,8  | 11,4 | 8,5  | 7,4  | 2,1      | 2,1   | 0,8  | 4,8  | 13,9                 | 19,5 | 28,7       | 10,2  | 58,4  | 41,6 |      |
|                                               | ВС 120-120  | 19,9                          | 19,3                                | 15,9 | 18,6  | 10,7 | 7,6  | 5,6  | 2,4      | —     | 0,7  | 13,2 | 11,3                 | 25,2 | 22,4       | 10,1  | 57,7  | 42,3 |      |
| Колхоз «13 лет Октября», Тетюшский район      | 11          | С 190-220                     | 60,0                                | 14,8 | 8,9   | 6,8  | 3,1  | 2,1  | 1,8      | 0,9   | 1,6  | —    | —                    | 2,3  | 2,3        | 8,1   | 9,8   | 20,2 | 79,8 |
|                                               |             | Ап 0-20                       | 16,7                                | 9,9  | 7,3   | 10,9 | 7,5  | 11,2 | 14,3     | 10,5  | 11,7 | —    | 0,5                  | 3,4  | 3,9        | 4,2   | 12,6  | 20,7 | 79,3 |
|                                               |             | А, 21-27                      | 3,9                                 | 6,0  | 8,4   | 24,0 | 17,0 | 16,1 | 12,2     | 6,7   | 5,7  | 3,8  | 12,7                 | 17,4 | 33,9       | 16,5  | 11,4  | 61,8 | 38,2 |
|                                               |             | АВ 27-37                      | 2,1                                 | 7,6  | 14,3  | 31,8 | 18,2 | 14,7 | 7,9      | 2,3   | 1,1  | 8,7  | 39,6                 | 20,0 | 68,3       | 9,7   | 6,8   | 84,8 | 15,2 |
| Колхоз «Маяк», Октябрьский район              | 111         | Ап 0-55                       | 25,3                                | 8,4  | 7,7   | 10,8 | 7,2  | 10,2 | 11,5     | 9,6   | 9,3  | —    | 0,6                  | 2,8  | 3,4        | 6,3   | 32,4  | 42,1 | 57,9 |
|                                               |             | А, 27-35                      | 8,6                                 | 6,8  | 6,8   | 15,7 | 14,3 | 11,8 | 14,6     | 12,2  | 9,2  | 0,6  | 1,9                  | 9,1  | 11,6       | 11,5  | 27,6  | 50,7 | 49,3 |
|                                               |             | АВ 35-42                      | 17,7                                | 8,5  | 14,0  | 18,2 | 10,1 | 8,8  | 10,3     | 6,4   | 6,0  | 0,9  | 3,4                  | 14,6 | 18,9       | 18,6  | 30,3  | 67,8 | 32,2 |
|                                               |             | В, 45-55                      | 8,6                                 | 12,9 | 15,4  | 22,2 | 11,8 | 11,1 | 8,5      | 5,9   | 3,6  | 0,9  | 6,7                  | 13,3 | 20,9       | 18,6  | 29,2  | 68,7 | 31,3 |



Таблица 5

## Водные свойства оподзоленных черноземов

| Почва,<br>материнская порода,<br>район                                                                                                                          | № разреза | Горизонт и мощность, см | Влагоемкость, % |             |                       |            | Максимальная<br>гигроскопичность | Влажность устойчивого застывания растений | Влажность замедленного роста растений | Диапазон активной влаги | Запас воды, мм |             |                  |                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------------------|-----------------|-------------|-----------------------|------------|----------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------|-------------|------------------|--------------------|
|                                                                                                                                                                 |           |                         | полная          | капиллярная | капиллярная от полной | наименьшая |                                  |                                           |                                       |                         | общий          | недоступный | малопродуктивный | высокопродуктивный |
| Чернозем оподзоленный, тяжелосуглинистый иловато-пылеватый на легкой делювиальной глинне, мелколесно-пылевато-иловатой, колхоз "Красный Октябрь", Чистопольский | 7         | A <sub>n</sub> 0-23     | 49,2            | 34,7        | 70                    | 27,8       | 12,25                            | 16,4                                      | 19,5                                  | 18,3                    | 92,6           | 32,6        | 11,1             | 48,6               |
|                                                                                                                                                                 |           | A <sub>1</sub> 23-33    | 47,6            | 31,3        | 66                    | 25,1       | 12,37                            | 16,6                                      | 17,6                                  | 14,7                    | 34,1           | 13,5        | 4,6              | 16,1               |
|                                                                                                                                                                 |           | A <sub>1</sub> 33-44    | 46,2            | 30,2        | 65                    | 24,2       | 12,66                            | 1,0                                       |                                       | 13,2                    | 37,2           | 15,5        | 5,3              | 16,3               |
|                                                                                                                                                                 |           | AB 44-61                | 37,2            | 22,1        | 59                    | 17,7       | 11,82                            | 15,9                                      |                                       | 6,2                     | 47,7           | 25,5        | 8,7              | 13,4               |
|                                                                                                                                                                 |           | B <sub>1</sub> 61-77    | 29,7            | 21,5        | 72                    | 17,2       | 12,16                            | 16,6                                      |                                       | 4,9                     | 47,8           | 27,4        | 9,3              | 11,0               |
|                                                                                                                                                                 |           | B <sub>2</sub> 77-103   | 28,0            | 20,1        | 72                    | 16,1       | 12,00                            | 16,1                                      |                                       | 4,0                     | 77,2           | 46,2        | 15,7             | 15,4               |
|                                                                                                                                                                 |           | B <sub>3</sub> 103-150  | 26,7            | 23,3        | 87                    | 18,6       | 12,23                            | 16,4                                      |                                       | 6,9                     | 174,9          | 91,7        | 31,2             | 52,0               |
|                                                                                                                                                                 |           | BC 150-200              | 30,0            | 21,4        | 71                    | 17,1       | 12,49                            | 16,7                                      |                                       | 4,7                     | 164,8          | 95,7        | 32,5             | 35,9               |
|                                                                                                                                                                 |           |                         |                 |             |                       |            |                                  |                                           |                                       |                         |                |             |                  |                    |
|                                                                                                                                                                 |           |                         |                 |             |                       |            |                                  |                                           |                                       |                         |                |             |                  |                    |
| Чернозем оподзоленный легкосуглинистый иловато-пылеватый на легкой карбонатной делювиальной глинне, колхоз "13 лет Октября", Тетюшский                          | 11        | A <sub>n</sub> 0-20     | 44,2            | 33,8        | 76,4                  | 27,1       | 11,07                            | 14,8                                      | 19,0                                  | 19,0                    | 83,8           | 27,3        | 9,3              | 47,2               |
|                                                                                                                                                                 |           | A <sub>1</sub> 20-27    | 38,0            | 30,3        | 79,7                  | 24,3       | 12,15                            | 16,2                                      | 17,0                                  | 14,1                    | 27,6           | 11,0        | 3,7              | 12,9               |
|                                                                                                                                                                 |           | AB 27 41                | 36,2            | 28,1        | 77,6                  | 22,5       | 12,25                            | 16,4                                      |                                       | 11,7                    | 52,3           | 28,8        | 7,7              | 21,8               |
|                                                                                                                                                                 |           | B <sub>1</sub> 41-52    | 34,3            | 28,4        | 82,7                  | 22,7       | 13,06                            | 17,5                                      |                                       | 10,9                    | 40,9           | 18,8        | 6,4              | 14,7               |
|                                                                                                                                                                 |           | B <sub>2</sub> 52-66    | 30,9            | 26,6        | 86,0                  | 21,3       | 13,09                            | 17,5                                      |                                       | 9,1                     | 48,4           | 24,3        | 8,3              | 16,8               |
|                                                                                                                                                                 |           | B <sub>3</sub> 66-88    | 26,6            | 23,3        | 87,5                  | 18,6       | 13,18                            | 17,6                                      |                                       | 5,7                     | 74,9           | 42,3        | 14,4             | 18,2               |
|                                                                                                                                                                 |           | BC 88-144               | 23,6            | 21,2        | 89,8                  | 17,0       | 13,65                            | 18,3                                      |                                       | 2,9                     | 193,0          | 124,5       | 42,2             | 26,3               |
|                                                                                                                                                                 |           | C 144-200               | 22,6            | 21,8        | 96,5                  | 17,4       | 11,55                            | 15,4                                      |                                       | 6,4                     | 195,0          | 103,3       | 35,1             | 56,6               |
|                                                                                                                                                                 |           |                         |                 |             |                       |            |                                  |                                           |                                       |                         |                |             |                  |                    |
|                                                                                                                                                                 |           |                         |                 |             |                       |            |                                  |                                           |                                       |                         |                |             |                  |                    |
| Чернозем оподзоленный, тяжелосуглинистый, мелкопесчано-иловато-пылеватый на делювиальном тяжелом суглинке; колхоз "Маяк", Октябрьский                           | 111       | A <sub>n</sub> 0-27     | 45,1            | 34,0        | 75,3                  | 27,2       | 9,32                             | 12,5                                      | 19,0                                  | 21,5                    | 101,5          | 27,8        | 9,4              | 64,3               |
|                                                                                                                                                                 |           | A <sub>1</sub> 27-35    | 39,2            | 31,9        | 81,4                  | 25,5       | 11,00                            | 14,7                                      | 17,8                                  | 17,2                    | 31,9           | 11,0        | 3,7              | 17,2               |
|                                                                                                                                                                 |           | AB 35-42                | 36,1            | 30,8        | 85,3                  | 24,6       | 8,97                             | 12,0                                      | 17,2                                  | 18,8                    | 28,0           | 8,2         | 2,8              | 17,0               |
|                                                                                                                                                                 |           | B <sub>1</sub> 42-59    | 34,2            | 28,5        | 83,3                  | 22,8       | 10,10                            | 13,5                                      | 16,0                                  | 15,0                    | 64,9           | 22,6        | 7,7              | 84,6               |
|                                                                                                                                                                 |           | B <sub>2</sub> 59-95    | 27,0            | 25,4        | 94,1                  | 20,3       | 11,57                            | 15,5                                      |                                       | 9,9                     | 126,8          | 57,8        | 19,7             | 49,3               |
|                                                                                                                                                                 |           | B <sub>3</sub> 95-125   | 25,4            | 24,7        | 97,3                  | 19,8       | 12,62                            | 16,8                                      |                                       | 7,9                     | 108,0          | 55,3        | 18,8             | 33,9               |
|                                                                                                                                                                 |           | BC 125-150              | 23,6            | 22,9        | 97,0                  | 18,3       | 11,83                            | 15,8                                      |                                       | 7,1                     | 138,2          | 45,5        | 15,5             | 27,2               |
|                                                                                                                                                                 |           |                         |                 |             |                       |            |                                  |                                           |                                       |                         |                |             |                  |                    |

Объемный вес пахотного слоя на парующих полях колеблется около 1,11—1,15, под зерновыми он увеличивается до 1,24. В нижних горизонтах его значения достигают 1,54—1,60. Общая скважность под пропашными и на парах равна 55%, под зерновыми она уменьшается до 47—50. Книзу скважность убывает сравнительно постепенно. В иллювиальных горизонтах она равняется 42—48, в породе — 38—40%. Большое количество пор в оподзоленных черноземах занято прочносвязанной водой. В пахотных горизонтах их объем составляет 7—9,5% от почвы, в иллювиальных увеличивается до 11,5—13%. Аналогичные изменения наблюдаются для рыхлосвязанной воды. Объем пор с этой водой в тех же горизонтах равняется 2,8—3,9 и 4,6—5,3%. В связи с отмеченным в оподзоленных черноземах ясно выражен «зажим» влаги. Объем капиллярнооводненных пор при насыщении их влагой в пахотных горизонтах колеблется около 21—23%, при пересчете на почву. Однако он сильно убывает книзу и в иллювиальных горизонтах оказывается равным 5—8 и реже 11—13% от объема почвы. Это свойство является одной из характерных черт оподзоленных черноземов и связано с их генетическими особенностями — перераспределением по их профилям коллоидного материала, являющимся в известной мере реликтом более выраженного ранее подзолистого процесса. Оно определяет физиологическую сухость этих почв даже при небольших перебоях в выпадении влаги. При капиллярном насыщении оподзоленных черноземов водой они довольно хорошо аэрируются в пределах профиля. Количество пор, занятых воздухом, колеблется в них от 30 до 50% от общей скважности и редко бывает меньше. Хорошая аэрация их связана с микроструктурой. Суммарный объем пор, занятых связанной водой, в пахотных горизонтах составляет около 25% от общей скважности, в нижних увеличивается до 35—45 и даже 55% от нее.

В табл. 5 сведены водные свойства этих почв.

Полная влагоемкость оподзоленных черноземов колеблется в верхних горизонтах от 45 до 50%. В связи с уменьшением гумуса она быстро убывает книзу. Капиллярная влагоемкость также максимальной оказывается в пахотном слое (около 35%). Она уменьшается по профилю несколько более постепенно. В верхних горизонтах капиллярная влагоемкость составляет 70—75% от полной. Глубже ее доля обычно возрастает, хотя имеются случаи заметного уменьшения этого отношения к горизонту АВ (р. 7). Полученные данные свидетельствуют, что в верхних горизонтах оподзоленных черноземов отношение капиллярной скважности к некапиллярной составляет 3:1, глубже оно становится более широким. Названное отношение объясняет наличие большого количества пор, занятых воздухом, при насыщении этих почв водой.

Наименьшая влагоемкость в пахотных горизонтах равняется 27—28%, книзу она также уменьшается и колеблется около 20%.

Максимальная гигроскопичность в оподзоленных черноземах высокая. Она равняется в пахотных горизонтах 9,3—12,2 и увеличивается до 11,5—13,6% в иллювиальных. Влажность устойчивого завядания растений в тех же горизонтах составляет 12,5—16,5 и 15,5—18,5%. Влажность замедления роста растений в верхних горизонтах на 1—5% превышает влажность их завядания.

Большие значения влажности замедления роста растений в верхних горизонтах связаны с выраженностью в них некапиллярной скважности.

Диапазон активной влаги при капиллярном насыщении этих почв водой в верхних горизонтах приближается к удовлетворительному. Однако с 25 см и особенно глубже он становится неудовлетворительным, что связано с зажимом воды нижними горизонтами. Следовательно,

уже на глубине 25 см, а особенно 40—50 см растениям часто не достает воды.

В табл. 6 приведены запасы различных категорий влаги в оподзоленных черноземах при капиллярном насыщении их водой.

Общий запас воды в 25 см слое этих почв колеблется от 95 до 103 мм, в 50 см — от 180 до 197, в 100 см — от 328 до 370 мм. На долю недоступной и малопродуктивной воды в этих толщах соответственно приходится 25—35 и 9—12, 60—75 и 20—25, 136—173 и 46—59 мм. Запас продуктивной влаги при капиллярном насыщении оподзоленных черноземов в слое 0—25 см может составить 52—60 мм, в слое 0—50—85—115 мм, в верхнем метре — 120—180 мм. Мобильность воды от 52—63% в верхних горизонтах уменьшается до 30—44% в нижних, т. е. убывает довольно заметно.

Таблица 6

Запасы влаги в оподзоленных черноземах, мм

| №№ разреза | Мощность слоя, см | Запас воды, мм |             |                  |                    | Высокопродуктивный от общего, %* |
|------------|-------------------|----------------|-------------|------------------|--------------------|----------------------------------|
|            |                   | общий          | недоступный | малопродуктивный | высокопродуктивный |                                  |
| 7          | 0—25              | 99,4           | 35,3        | 12,0             | 51,8               | 52                               |
|            | 0—50              | 180,7          | 70,6        | 24,1             | 85,7               | 47                               |
|            | 0—100             | 328,7          | 155,3       | 52,9             | 119,0              | 36                               |
|            | 0—150             | 512,5          | 252,4       | 85,9             | 172,8              | 34                               |
|            | 0—200             | 677,3          | 348,1       | 118,4            | 208,7              | 31                               |
| 11         | 0—25              | 103,5          | 35,2        | 11,9             | 56,4               | 54                               |
|            | 0—50              | 197,1          | 76,5        | 25,9             | 93,9               | 48                               |
|            | 0—100             | 370,2          | 173,1       | 58,8             | 137,2              | 37                               |
|            | 0—150             | 542,8          | 282,2       | 95,8             | 163,0              | 30                               |
|            | 0—200             | 716,9          | 374,5       | 127,1            | 213,5              | 30                               |
| 111        | 0—25              | 94,0           | 25,7        | 8,7              | 59,5               | 63                               |
|            | 0—50              | 192,0          | 57,6        | 19,5             | 114,8              | 60                               |
|            | 0—100             | 371,1          | 136,6       | 46,4             | 188,0              | 51                               |
|            | 0—150             | 549,3          | 228,2       | 77,6             | 243,5              | 44                               |

В 25-сантиметровом слое оподзоленных черноземов при капиллярном насыщении их водой, которое может иметь место во время снеготаяния, способно удержаться 950—1050 м<sup>3</sup> влаги на гектар. Для 50, 100 и 200-сантиметровых слоев эти запасы нарастающим итогом соответственно составят 1800—1970, 3300—3700 и 6750—7170 м<sup>3</sup>. Из этого запаса для верхнего полуметра примерно половина, а глубже заметно больше приходится на долю недоступной для растений и малопродуктивной воды. Суммарный запас названных категорий влаги для 25-сантиметрового слоя равняется 470 м<sup>3</sup> для более тяжелых разновидностей и 350 — для несколько облегченных (р. III). Для полуметрового слоя эти цифры соответственно будут — 950—1000 и 770 м<sup>3</sup>/га, для метрового — 2150—2300 и 1825 м<sup>3</sup>/га, для 2-метрового — 4660—5000 м<sup>3</sup> в зависимости от особенностей почвообразующих пород. Способность этих почв удерживать большие запасы воды в недоступном и малодоступном для растений состоянии должна быть принята во внимание в практике земледелия.

\* Процентное содержание высокопродуктивной влаги от общей при капиллярном увлажнении почв мы условно называем мобильностью воды (Колоскова А. В., 1965).

Таблица 7

Запасы воды в оподзоленных черноземах, м<sup>3</sup>/га

| Раз-<br>рез | Мощность<br>слоя,<br>см | Запас воды, м <sup>3</sup> /га |                  |                       |                              |
|-------------|-------------------------|--------------------------------|------------------|-----------------------|------------------------------|
|             |                         | общий                          | недоступ-<br>ный | малопродук-<br>тивный | высоко-<br>продуктив-<br>ный |
| 7           | 0—25                    | 994                            | 353              | 120                   | 518                          |
|             | 0—50                    | 1807                           | 706              | 241                   | 857                          |
|             | 0—100                   | 3287                           | 1553             | 592                   | 1190                         |
|             | 0—150                   | 5125                           | 2524             | 859                   | 1728                         |
|             | 0—200                   | 6773                           | 3481             | 1184                  | 2087                         |
| 11          | 0—20                    | 1035                           | 352              | 119                   | 564                          |
|             | 0—50                    | 1971                           | 765              | 259                   | 939                          |
|             | 0—100                   | 3702                           | 1731             | 588                   | 1372                         |
|             | 0—150                   | 5428                           | 2822             | 958                   | 1630                         |
|             | 0—200                   | 7169                           | 3745             | 1271                  | 2135                         |
| 111         | 0—25                    | 940                            | 257              | 87                    | 595                          |
|             | 0—50                    | 1920                           | 576              | 195                   | 1148                         |
|             | 0—100                   | 3711                           | 1366             | 464                   | 1880                         |
|             | 0—150                   | 5493                           | 2282             | 776                   | 2435                         |

Примечание: в таблице запасы влаги в почвах выражены в кубометрах на гектар.

Она предупреждает о необходимости строгого соблюдения на них всех мероприятий по сохранению и накоплению влаги.

Некоторые данные о свойствах оподзоленных черноземов приводятся рядом автором для Чувашии (И. В. Тюрин, 1935) и Башкирии (Д. В. Богомоллов, 1954; Г. А. Склярлов, 1964), однако агрофизической характеристики этих почв авторы не дают.

Итак, оподзоленные черноземы Татарской АССР отличаются следующими особенностями:

1) Наличием в нижней части гумусового горизонта слабовыраженной светло-серой присыпки кремнезема на поверхности структурных отдельностей, которая может рассматриваться как реликт некогда более интенсивно выраженного подзолообразовательного процесса.

2) Эти почвы имеют преимущественно тяжелосуглинистый и легкосуглинистый механический состав. Максимум иловой фракции соответствует иллювиальным горизонтам.

3) Микроструктура оподзоленных черноземов довольно хорошо выражена, что обеспечивает наличие некапиллярной скважности, особенно в их верхних горизонтах. Фактор структурности в них высокий, дисперсность мала.

4) По содержанию гумуса и мощности гумусового слоя оподзоленные черноземы могут быть мало и среднемощными, тучными и среднегумусными. Более распространены последние с содержанием гумуса около 7—8%. Реакция их приближается к слабокислой.

5) Эти почвы характеризуются неясно зернисто-комковатой структурой в пахотных горизонтах и мелкоореховато-зернистой в подпахотных. Водопрочность структуры в верхних горизонтах старопашотных оподзоленных черноземов недостаточна, с глубиной она быстро нарастает.

6) Удельный вес твердой фазы в их верхних горизонтах составляет 2,42—2,49, объемный — 1,11—1,25. Общая скважность 50—55%. Большое количество пор в оподзоленных черноземах занято прочно- и рыхло-связанной водой, т. е. в этих почвах ясно выражен «зажим» влаги. Оподзоленные черноземы хорошо аэрируются даже при капиллярном насыщении водой.

7) Полная влагоемкость в верхних горизонтах оподзоленных черноземов колеблется около 50%, капиллярная — около 35. Отношение капиллярной скважности к некапиллярной в них около 3:1. Наименьшая влагоемкость 27—28%.

8) Максимальная гигроскопичность в оподзоленных черноземах высокая. Она равняется в пахотных горизонтах 9—12% и увеличивается в иллювиальных до 11,5—13,5. Влажность устойчивого завядания в связи с этим также высокая.

9) Диапазон активной влаги в верхних горизонтах при насыщении их водой близок к удовлетворительному, глубже 25 см он становится неудовлетворительным. Общий запас воды в 25 см слое этих почв составляет 95—103 мм, в 100 см — 328—370, т. е. в пределах верхнего метра способно вместиться не менее 80% годового количества осадков. Запас продуктивной влаги при капиллярном насыщении для 25 см слоя может составить 52—60 мм, для 100 см — 120—180 мм. Мобильность воды от 52—62% в верхних горизонтах уменьшается до 30—44% в нижних.

10) Способность оподзоленных черноземов удерживать большое количество воды в недоступном и малодоступном для растений состоянии должна быть принята во внимание в практике земледелия.

11) Для улучшения агрофизических свойств оподзоленных черноземов, а следовательно, для повышения их плодородия и увеличения урожайности возделываемых сельскохозяйственных культур, наряду с внесением органических, минеральных и других удобрений, необходимо создать на них мощный культурный пахотный слой и строго соблюдать все приемы по сохранению и накоплению влаги.

Изучение водных свойств почв республики, в частности черноземов, приуроченных к несколько менее увлажняемому району, с одной стороны, и обладающих ясно выраженным «зажимом» влаги в связи с тяжелым механическим составом и высокой гумусностью, с другой, указывает, что большую роль в деле повышения их эффективного плодородия должны сыграть такие мероприятия, как полесозащитное лесонасаждение, правильная обработка — в частности ячеистая вспашка или вспашка, с одновременной поделкой «микролиманов», а также организация лиманного орошения (в более засушливой части республики).

#### ЛИТЕРАТУРА

- Богомолов Д. В. Почвы Башкирской АССР, АН СССР, 1954.  
Колоскова А. В. Агрофизическая характеристика почв Волжско-Камской лесостепи. Диссертация докторская, Казань, 1965.  
Почвы Татарии. Казань, 1962.  
Скляр Г. А. Лесостепные почвы Башкирии, их генезис и производственная характеристика. Наука, 1964.  
Тюрин И. В. и др. Почвы Чувашской республики, М. — Л., 1935.

*Г. И. Сперанская*

## **СОСТАВ ГУМУСА КОРИЧНЕВЫХ ПОЧВ ТАТАРСКОЙ РЕСПУБЛИКИ \***

Исследованные нами коричневые почвы, встречающиеся в Волжско-Камской лесостепи, в Татарии занимают незначительную территорию, всего 7% от общей площади сельхозугодий. Имеются они и в Башкирии, Удмуртии, Чувашии. По своим генетическим признакам эти почвы резко отличаются от подобных почв Кавказа, Крыма, Азербайджана, Таджикистана.

Термин «коричневые почвы» впервые был применен Н. М. Сибирцевым [24] в его классификации почв, вышедшей в 1886 г.

Описание этих почв мы находим у Г. Ф. Рупрехта, в 1866 г. [23], в его работе «Геоботанические исследования о черноземе». Отмечаются они и В. В. Докучаевым [12], и М. И. Богдановым [7], и Р. В. Рисположенским [22]. Более поздние работы принадлежат И. В. Тюрину [26, 27], А. М. Мясниковой [19], М. З. Шендрикову [30], М. А. Коршунову [17], Н. Б. Алексеевой [4], М. Ф. Курочкину и И. В. Утэй [18].

В Башкирии эти почвы подробно были изучены А. Ф. Негановым [20]. На Кавказе коричневые почвы описывались С. А. Захаровым [14], А. И. Изюмовым [15]; в Крыму — И. Н. Антиповым-Каратаевым [5], И. П. Герасимовым [11], в Азербайджане — В. В. Акимцевым [1], Алиевым С. А., Фараджаевым С. Б. [3]. В перечисленных выше работах имеются высказывания авторов о происхождении коричневых почв. И. В. Тюрин в своих первых работах относил их к буроземам Рамана; в последующей [27] — к выщелоченным рендинам. А. М. Мясникова [19] рассматривает их как первичный тип почвообразования, через который прошли черноземы и слабоподзолистые почвы. Изменение первых происходило под усиленным влиянием луговой растительности, а вторых — под пологом лесов. С. А. Захаров [14] считал, что коричневые почвы представляют собой «оригинальный тип почвообразования», существенно отличающийся как от черноземного, так и от подзолистого.

А. Ф. Неганов [20] отмечает, что коричневые почвы встречаются в тех местах, где на поверхность выходят пермские красно-бурые мергелистые глины, а коричневая окраска их определяется не столько почвообразовательным процессом, сколько характером материнских пород.

М. А. Винокуров и А. Ш. Фаткуллин [10] высказывали предположение, что коричневые почвы Волжско-Камской лесостепи образуются из дерново-карбонатных почв, по мере выщелачивания последних. О мор-

\* Работа выполнена под руководством доктора с/х наук профессора М. А. Винокурова.

фологии и химическом составе коричневых почв в литературе имеется достаточно данных, состав же их гумуса изучен мало. В Грузии он изучался Цинцадзе [31]. Полученные им данные свидетельствуют о преобладании в его составе гуминовых и фульвокислот, связанных с кальцием. Отношение  $\frac{СГК}{СФК} = 1,3$ . Содержание гуминов 38%.

Данные Н. Н. Иловойской [16], изучавшей эти почвы в Таджикистане, указывают, что прямой зависимости в содержании группы гуминовых кислот от общего содержания гумуса в почве, отмеченной И. В. Тюриным, не наблюдается. Основная масса гумусовых веществ представлена фульвокислотами. Причем на долю веществ, растворимых непосредственно в кислотах, приходится от 3 до 9%. Величина нерастворимого остатка небольшая (19—22%). В Крыму состав гумуса коричневых почв изучался М. Н. Долгилевичем, М. А. Кочкиным, Н. Ф. Севастьяновым [13]. Их данные указывают на преобладание в гумусе гуминовых и фульвокислот, извлекаемых после декальцинирования. Отношение  $\frac{СГК}{СФК}$  меньше единицы. Остаток гумусовых веществ составляет от 31 до 44%.

В Татарии эти почвы отличаются большим разнообразием; они приурочены к покатым или выпуклым склонам, в связи с чем подвергаются омыву. Больше всего они распространены в Предкамье и Предволжье, менее — в Заволжье и Закамье. Развивались они под пологом широколиственных лесов.

Субстратом для них послужили красно-бурые мергелистые пермские глины и мергеля, часто подстилаемые известняками. По механическому составу эти почвы являются глинистыми и тяжелосуглинистыми. Встречаются они в комплексе с темно-серыми, серыми и светло-серыми слабооподзоленными почвами. Для исследования состава гумуса были взяты образцы почв из разных районов республики, собранные А. В. Колосковой.

Агрохимические показатели их приведены в таблице 1.

Из приведенных аналитических данных видно, что взятые нами почвы различаются между собой. Так, почвы разр. 55 и разр. 10 более богаты гумусом, чем почва разр. 18; в низ профиля количество его убывает довольно резко. Соответственно гумусу изменяется и содержание азота. Отношение углерода к азоту в верхних горизонтах колеблется от 9,5 до 11,6, книзу оно становится более узким. Сумма поглощенных оснований довольно высокая 25,43—33,93 м/экв. Величина гидролитической кислотности значительно выше в почвах разр. 55 и 18; с глубиной она увеличивается, что согласуется с рН солевой вытяжки.

Увеличение гидролитической кислотности в иллювиальном горизонте, а также понижение рН можно объяснить миграцией гидратированного железа и подвижных форм гумусовых веществ из верхних горизонтов. Степень насыщенности почв основаниями, наоборот, выше в р. 10—93%. По содержанию фосфорной кислоты, определенной по Труогу, почвы распределяются в таком порядке: богаче всех им почва р. 55, далее почва р. 18 и беднее почва р. 10. По механическому составу они также различаются между собой. Почва р. 55 относится к глинистой, почва р. 18 легкоглинистой, почва р. 10 тяжелосуглинистой.

Определение группового состава гумуса проводилось по методу И. В. Тюрина [29]. Для более полной характеристики природы гумусовых кислот были определены их оптические свойства и устойчивость к осаждению электролитами (порог коагуляции) по методике Н. П. Бельчиковой [6]. Определение оптической плотности проводилось на горизонтальном фотометре с 7-ю светофильтрами. Раствор гуматов доводился до концентрации 0,136 г/л. Общий углерод и углерод всех фрак-

Таблица 1

## Агрохимические показатели коричневых почв

| Место<br>взятия<br>образца  | №№<br>раз-<br>реза | Гори-<br>зонт  | Глубина<br>в см | Гумус<br>по<br>Тюрину,<br>% | Общий<br>азот<br>в % | C:N  | Гидро-<br>литич.<br>кислот-<br>ность<br>в м/эке | Сумма<br>погло-<br>щенных<br>основ.<br>в<br>м/эке | Степень<br>насы-<br>щенно-<br>сти<br>в % | pH<br>солевой<br>вытяж-<br>ки | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>в мг<br>на 100 г<br>почвы | Глубина<br>вскипа-<br>ния | Механиче-<br>ский<br>состав по<br>верхнему<br>горизонту |
|-----------------------------|--------------------|----------------|-----------------|-----------------------------|----------------------|------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------|
| Пестречин-<br>ский<br>район | 18                 | A <sub>n</sub> | 0-16            | 3,88                        | 0,21                 | 11,6 | 3,11                                            | 25,43                                             | 88                                       | 5,41                          | 19,4                                                       | 77                        | легкогли-<br>нистая                                     |
|                             |                    | AB             | 16-22           | 2,60                        | 0,18                 | 8,35 | 2,55                                            | 27,80                                             | 91                                       | 5,24                          | 13,0                                                       |                           |                                                         |
|                             |                    | B <sub>1</sub> | 25-35           | 1,41                        | 0,11                 | 7,4  | 4,13                                            | 27,90                                             | 87                                       | 4,55                          | 8,40                                                       |                           |                                                         |
|                             |                    | B <sub>2</sub> | 40-50           | 1,11                        | 0,08                 | 8,03 | 4,12                                            | 27,80                                             | 86                                       | 4,55                          | 30,37                                                      |                           |                                                         |
| Тетюшский                   | 10                 | A <sub>n</sub> | 0-20            | 4,30                        | 0,25                 | 9,9  | 2,01                                            | 28,22                                             | 93                                       | 5,90                          | 9,1                                                        | с 89                      | тяжелосу-<br>глинистая                                  |
|                             |                    | A <sub>1</sub> | 21-26           | 4,27                        | 0,23                 | 10,7 | 2,18                                            | 29,83                                             | 93                                       | 5,65                          | 10,3                                                       |                           |                                                         |
|                             |                    | AB             | 26-33           | 2,47                        | 0,16                 | 9,56 | 1,64                                            | 25,31                                             | 93                                       | 5,75                          | 9,2                                                        |                           |                                                         |
|                             |                    | B <sub>1</sub> | 33-43           | 1,80                        | 0,12                 | 8,68 | 1,64                                            | 26,60                                             | 94                                       | 5,39                          | 8,4                                                        |                           |                                                         |
| Челнинский                  | 55                 | B <sub>2</sub> | 43-53           | 1,45                        | 0,10                 | 8,40 | 2,44                                            | 30,24                                             | 92                                       | 5,10                          | 10,0                                                       | с 88                      | глинистая                                               |
|                             |                    | A <sub>n</sub> | 0-15            | 4,43                        | 0,27                 | 9,5  | 2,17                                            | 33,98                                             | 93                                       | 5,75                          | 23,1                                                       |                           |                                                         |
|                             |                    | A <sub>1</sub> | 15-24           | 4,10                        | 0,26                 | 9,1  | 2,42                                            | 34,07                                             | 93                                       | 5,85                          | 23,5                                                       |                           |                                                         |
|                             |                    | AB             | 26-36           | 3,93                        | 0,24                 | 9,5  | 3,67                                            | 27,71                                             | 88                                       | 4,90                          | 27,0                                                       |                           |                                                         |
|                             |                    | B <sub>1</sub> | 42-52           | 1,79                        | 0,11                 | 9,4  | 3,26                                            | 22,45                                             | 87                                       | 4,80                          | 25,0                                                       |                           |                                                         |

**Таблица 2**  
**Групповой состав гумуса серой, коричневых и темно-серой почв Татарской республики (в % к общему углероду)**

| Почва<br>и №<br>разреза | Горизонт<br>и глубина | С<br>об-<br>щий | Ва-<br>тумы | Де-<br>каль-<br>цинат | Гуминовые кислоты |       |      |            | Фульвокислоты |       |       |       | Гид-<br>роли-<br>зат | Не-<br>рост-<br>воря-<br>мый<br>оста-<br>ток | СГК<br>СФК | % СГК<br>1 гр. | СГК   |            |
|-------------------------|-----------------------|-----------------|-------------|-----------------------|-------------------|-------|------|------------|---------------|-------|-------|-------|----------------------|----------------------------------------------|------------|----------------|-------|------------|
|                         |                       |                 |             |                       | 1                 | 2     | 3    | Сум-<br>ма | 1a            | 1     | 2     | 3     |                      |                                              |            |                |       | Сум-<br>ма |
| Серая, р. 6             | A <sub>п</sub> 0-16   | 2,43            | 4,52        | 4,11                  | 8,23              | 12,34 | 9,87 | 30,44      | 0             | 6,99  | 12,34 | 9,87  | 29,20                | 4,93                                         | 26,33      | 1,04           | 27,02 | 1,15       |
|                         | A <sub>п</sub> 15-26  | 2,24            | 4,70        | 4,27                  | 8,11              | 12,82 | 8,54 | 29,47      | 1,28          | 4,70  | 8,11  | 12,82 | 26,91                | 5,12                                         | 28,20      | 1,09           | 27,43 | 1,04       |
|                         | A <sub>зв</sub> 25-32 | 1,01            | 9,89        | 6,93                  | 12,81             | 4,96  | 5,94 | 23,74      | 4,95          | 4,95  | 5,94  | 8,91  | 24,75                | 9,89                                         | 22,17      | 0,95           | 54,0  | 1,07       |
|                         | B <sub>1</sub> 37-47  | 0,91            | 7,69        | 7,69                  | 6,59              | 8,79  | 6,59 | 21,97      | 2,19          | 3,29  | 8,79  | 6,59  | 20,86                | 7,69                                         | 31,86      | 1,05           | 30,0  | 0,68       |
| Коричневая,<br>р. 18    | A <sub>п</sub> 0-16   | 2,25            | 4,44        | 4,55                  | 4,88              | 27,55 | 2,66 | 35,09      | 0             | 6,22  | 4,44  | 2,22  | 12,88                | 5,77                                         | 37,33      | 2,72           | 13,9  | 0,94       |
|                         | AB 16-22              | 1,51            | 5,96        | 4,63                  | 3,31              | 26,48 | 1,98 | 31,77      | 1,39          | 6,26  | 4,63  | 1,26  | 13,56                | 6,62                                         | 37,74      | 2,34           | 10,4  | 0,84       |
|                         | B <sub>1</sub> 25-35  | 0,82            | 9,75        | 4,87                  | 3,65              | 19,51 | 1,21 | 24,37      | 3,65          | 2,43  | 4,87  | 1,21  | 12,16                | 8,53                                         | 40,24      | 2,00           | 14,9  | 0,60       |
|                         | B <sub>2</sub> 40-50  | 0,64            | 12,50       | 6,25                  | 1,56              | 12,65 | 0,78 | 14,99      | 4,48          | 0,62  | 6,25  | 0,0   | 11,65                | 12,50                                        | 42,34      | 1,29           | 10,4  | 0,35       |
| Коричневая,<br>р. 10    | A <sub>п</sub> 0-21   | 2,50            | 4,40        | 2,00                  | 3,60              | 28,00 | 4,80 | 36,40      | 1,20          | 5,20  | 4,80  | 2,80  | 14,00                | 4,80                                         | 37,20      | 2,60           | 9,89  | 0,96       |
|                         | AB 26-33              | 1,43            | 6,99        | 3,49                  | 2,79              | 27,97 | 2,09 | 32,85      | 2,09          | 4,89  | 2,09  | 2,79  | 11,86                | 4,89                                         | 39,85      | 2,70           | 8,50  | 0,82       |
|                         | B <sub>1</sub> 33-43  | 1,04            | 8,65        | 3,84                  | 2,88              | 22,11 | 1,44 | 26,43      | 4,80          | 2,88  | 4,80  | 1,92  | 14,40                | 6,73                                         | 40,38      | 1,70           | 10,89 | 0,65       |
|                         | B <sub>2</sub> 43-53  | 0,84            | 13,09       | 4,16                  | 2,97              | 16,07 | 1,19 | 20,23      | 5,95          | 0     | 7,14  | 1,19  | 14,28                | 7,14                                         | 41,66      | 1,41           | 14,70 | 0,48       |
| Коричневая,<br>р. 55    | A <sub>п</sub> 0-15   | 2,57            | 2,72        | 3,89                  | 4,28              | 29,57 | 3,11 | 36,96      | 1,16          | 6,61  | 2,72  | 2,33  | 12,83                | 5,05                                         | 38,12      | 2,87           | 11,57 | 0,96       |
|                         | A <sub>1</sub> 15-24  | 2,37            | 2,91        | 4,21                  | 2,53              | 28,69 | 3,38 | 34,59      | 0             | 8,01  | 1,68  | 2,10  | 11,79                | 5,48                                         | 39,66      | 2,92           | 7,41  | 0,87       |
|                         | AB 26-36              | 2,27            | 3,52        | 4,40                  | 2,20              | 26,43 | 2,64 | 31,27      | 0             | 9,69  | 0,44  | 1,76  | 11,89                | 6,60                                         | 43,17      | 2,62           | 7,04  | 0,72       |
|                         | B <sub>1</sub> 42-52  | 1,04            | 7,69        | 5,76                  | 1,92              | 17,30 | 1,92 | 21,14      | 0             | 13,46 | 0,48  | 0,96  | 14,90                | 6,73                                         | 44,71      | 1,41           | 9,09  | 0,47       |
| Темно-серая,<br>р. 7    | A <sub>п</sub> 0-22   | 3,25            | 3,08        | 4,92                  | 3,69              | 30,76 | 4,61 | 39,06      | 0             | 5,23  | 7,69  | 7,38  | 20,30                | 5,84                                         | 26,15      | 1,92           | 9,44  | 1,43       |
|                         | A <sub>1</sub> 20-30  | 3,48            | 3,73        | 4,02                  | 3,44              | 30,17 | 5,17 | 38,78      | 0             | 5,17  | 8,90  | 5,45  | 19,52                | 4,59                                         | 28,16      | 1,98           | 8,88  | 1,37       |
|                         | AB 30-37              | 2,17            | 4,60        | 2,76                  | 1,84              | 32,71 | 7,83 | 42,38      | 0,46          | 5,06  | 10,13 | 2,30  | 17,95                | 4,14                                         | 27,18      | 2,35           | 4,34  | 1,55       |
|                         | B <sub>1</sub> 37-47  | 1,11            | 6,30        | 3,60                  | 2,70              | 39,63 | 6,30 | 48,63      | 2,70          | 1,80  | 4,50  | 5,40  | 14,40                | 9,00                                         | 18,01      | 3,37           | 5,55  | 2,68       |

ций определялся по методу Тюрина. Прежде чем перейти к обсуждению полученных нами данных по составу гумуса коричневых почв, необходимо отметить, что некоторые данные по этому вопросу имеются в работах: М. А. Винокурова и Р. А. Алпатовой [8], М. А. Винокурова и А. М. Корниловой [9].

В таблице 2 приводятся результаты исследования состава гумуса коричневых почв, серой и темно-серой почв; данные для последних двух почв приведены для сравнения. Как видно из таблицы, в составе гумуса коричневых почв преобладают гуминовые кислоты, содержание которых в них профиля уменьшается соответственно уменьшению гумуса. О несоответствии в содержании гуминовых кислот и гумуса, которое отмечала Н. Н. Иловайская в почвах Таджикистана, в наших почвах не наблюдается. Основная часть их связана с кальцием. Наличие в коричневых почвах значительного количества гуминовых кислот, связанных с кальцием и преобладание их над фульвокислотами резко отличают состав гумуса коричневых почв Татарии от подобных почв Крыма, Кавказа и Таджикистана. В небольшом количестве представлены 1 и 3 фракции гуминовых кислот, содержание которых также уменьшается книзу.

Обращает внимание то обстоятельство, что гуминовые кислоты по форме связи с минеральной частью почвы по профилю всех трех разрезов выдерживают одну и ту же закономерность, тогда как фульвокислоты по форме связи отличаются между собой. Причины этих различий в более подвижной части гумуса, по всей вероятности, кроются в неодинаковых условиях почвообразования. Общая сумма фульвокислот в составе гумуса небольшая.

Вследствие преобладания гуминовых кислот над фульвокислотами во всех исследуемых нами коричневых почвах отношение  $\frac{СГК}{СФК}$  в верхних горизонтах более 2, книзу оно становится более узким. В наших почвах так же, как и в коричневых почвах Крыма и Таджикистана, присутствует фракция 1а фульвокислот, только в значительно меньшем количестве. По данным И. В. Тюрина [28] и В. В. Пономаревой [21], данная фракция присутствует в составе гумуса почв с явными признаками подзолообразовательного процесса. В наших почвах мы никаких признаков оподзоленности не обнаружили. Но несмотря на это, в почве разр. 18 она появляется в гор. АВ, хотя в небольшом количестве — 1,39% от общего углерода почвы; в иллювиальном же горизонте содержание ее увеличивается до 4,48%. В почве разр. 10 она обнаруживается уже в горизонте А<sub>1</sub> и увеличиваясь в низ профиля, достигает в горизонте В<sub>2</sub> 5,95%. В почве же разр. 55 она присутствует только в верхнем горизонте А<sub>1</sub>.

Наличие в наших почвах фракции 1а фульвокислот можно объяснить, нам кажется, тем, что, образуясь при гумификации, она, будучи наиболее дисперсной частью гумуса, увлекается вниз, этому способствует еще и наличие гидратированного железа, которое также мигрирует в глубь профиля, и накапливается в горизонтах В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub> в виде органоминеральных комплексов. Отсутствие этой фракции в нижних горизонтах разр. 55 и увеличение в почве 1 группы фульвокислот, а также суммы поглощенных оснований дает, нам кажется, ответ на это явление. Если 1 фракция фульвокислот как мы указывали, увеличивается с глубиной по профилю в разр. 55, то содержание ее в разр. 18 и 10 уменьшается, а в гор. В<sub>2</sub> разр. 10 ее уже не обнаруживаем.

Обращаясь к поведению фульвокислот, связанных с кальцием, можно отметить, что они распределяются в направлении, обратном предыдущей фракции, т. е. количество в разр. 18 и 10 книзу увеличивается, а в разр. 55, наоборот, уменьшается. Что касается фульвокислот прочно-связанных с минеральной частью почв (3 фракция), то они ведут себя

Одинаково во всех разрезах, количество их уменьшается от верхних горизонтов к нижележащим, содержание их в составе гумуса коричневых почв невелико. Битумы и вещества декальцината содержатся в значительном количестве, с глубиной содержания их постепенно увеличивается, достигая наибольшей величины в иллювиальных горизонтах.

Обращает на себя внимание повышенное количество веществ гидролизата, это связано, по-видимому, со значительным содержанием гидратированного железа в почвах. Характерной особенностью гумуса коричневых почв является высокое содержание в нем гуминов. Такое высокое количество их в гумусе также связано с присутствием гидратированного железа, тяжелым механическим составом и приуроченностью их к повышенным элементам рельефа, где изменение  $t^{\circ}$  зимой и летом сильнее сказывается на денатурации гуминовых кислот и переходе их в гумины. Сравнивая содержание гуминовых кислот и гуминов по профилю, можно отметить еще одну особенность гумуса коричневых почв; в данном случае имеется в виду доля участия гуминовых кислот в составе гумуса. Из цифр таблицы видно, что показания первых с глубиной уменьшаются, а гуминов увеличиваются. Отсюда отношение углерода гуминовых кислот к углероду гумин в низ по профилю суживается.

Сравнивая полученные данные по составу гумуса коричневых почв с серой и темно-серой почвами, можно отметить следующее. Гумус коричневых почв (см. таблицы 2 и 3) отличается от гумуса серой почвы высоким содержанием гуминовых кислот (общей суммы и связанных с кальцием) и гуминов. В то же время в нем меньше содержится бурых и прочно связанных с минеральной частью гуминовых кислот и вдвое меньше фульвокислот, чем в гумусе серой почвы. От темно-серой почвы их отличает также высокое содержание гуминов и распределение по профилю почв основных групп гумусовых веществ. В коричневых почвах отношение  $\frac{СГК}{СФК}$  книзу делается более узким, содержание гуминовых кислот, как в абсолютном, так и относительном выражении уменьшается, гуминов увеличивается. Следовательно, доля участия гуминовых кислот в составе гумуса уменьшается, а гуминов увеличивается. В темно-серой, наоборот, отношение  $\frac{СГК}{СФК}$  в низ профиля расширяется. Относительно содержание гуминовых кислот увеличивается, а гуминов понижается, а отсюда доля участия гуминовых кислот в составе гумуса темно-серой почвы повышается, а гуминов понижается. Высокое содержание гуминовых кислот, связанных с кальцием, в обеих почвах сближает их гумус между собой.

Различия в составе гумуса этих почв подтверждается и различием их оптических свойств и порогом коагуляции, что согласуется с данными В. В. Тищенко и М. Д. Рыдалевской [25], Л. И. Александровой [2]; работами которых было установлено, что гуминовые кислоты, выделенные из различных почв, различаются между собой не только по количественному содержанию их, но им присущи и качественные различия, которые обуславливают их физико-химические свойства. В таблице 4 приведены данные по оптической плотности гуминовых кислот, а в таблице 5 — порог коагуляции. Из приведенных данных видно, что коричневые почвы по оптической плотности и порогу коагуляции занимают промежуточное положение между серой и темно-серой почвами. Оптическая плотность гуминовых кислот возрастает с глубиной, следовательно, с глубиной гуминовые кислоты делаются оптически более плотными. Причины различий в составе гумуса, а также различия в природе гуминовых кислот серой, коричневых и темно-серой почв, по всей вероятности, кроются в различных условиях почвообразования.

Таблица 3

## Фракционный состав гуминовых кислот

| Почва и № разреза | Горизонт         | В % от общего углерода |       |       |       |
|-------------------|------------------|------------------------|-------|-------|-------|
|                   |                  | глубина<br>в см        | 1     | 2     | 3     |
| Серая, р. 6       | A <sub>n</sub>   | 0—16                   | 27,02 | 40,53 | 32,42 |
|                   | A <sub>n</sub>   | 15—26                  | 27,43 | 43,50 | 28,97 |
|                   | A <sub>2</sub> B | 25—32                  | 54,00 | 20,89 | 25,02 |
|                   | B <sub>1</sub>   | 37—47                  | 30,00 | 40,09 | 29,99 |
| Коричневая, р. 18 | A <sub>n</sub>   | 0—16                   | 13,90 | 78,51 | 7,58  |
|                   | AB               | 16—22                  | 10,40 | 83,34 | 6,23  |
|                   | B <sub>1</sub>   | 25—35                  | 14,9  | 80,05 | 4,96  |
|                   | B <sub>2</sub>   | 40—50                  | 10,4  | 84,35 | 5,20  |
| Коричневая, р. 10 | A <sub>n</sub>   | 0—21                   | 9,89  | 76,92 | 13,18 |
|                   | AB               | 26—36                  | 8,50  | 85,14 | 6,36  |
|                   | B <sub>1</sub>   | 33—43                  | 10,89 | 83,65 | 5,44  |
|                   | B <sub>2</sub>   | 43—53                  | 14,68 | 79,46 | 5,88  |
| Коричневая, р. 55 | A <sub>n</sub>   | 0—15                   | 11,57 | 80,00 | 8,41  |
|                   | A <sub>1</sub>   | 15—24                  | 7,41  | 82,94 | 9,77  |
|                   | AB               | 26—36                  | 7,04  | 84,74 | 8,44  |
|                   | B <sub>1</sub>   | 42—52                  | 9,09  | 81,36 | 9,08  |
| Темно-серая, р. 7 | A <sub>n</sub>   | 0—22                   | 9,44  | 78,75 | 11,80 |
|                   |                  | 20—30                  | 8,88  | 77,79 | 13,30 |
|                   |                  | 30—37                  | 4,34  | 77,18 | 18,44 |
|                   |                  | 37—47                  | 5,55  | 81,49 | 12,95 |

Таблица 4

## Оптическая плотность гуминовых кислот

| Почва и № разрезов | Горизонт         | Глубина<br>в см | Значение коэффициента ослабления света<br>при длине волны в мμ |      |      |      |      |      |      |
|--------------------|------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
|                    |                  |                 | 726                                                            | 665  | 619  | 574  | 533  | 496  | 465  |
| Серая, р. 6        | A <sub>n</sub>   | 0—16            | 0,22                                                           | 0,35 | 0,52 | 0,70 | 1,02 | 1,28 | 1,59 |
|                    | A <sub>n</sub>   | 15—26           | 0,25                                                           | 0,38 | 0,60 | 0,77 | 1,10 | 1,35 | 1,63 |
|                    | A <sub>2</sub> B | 25—32           | 0,26                                                           | 0,42 | 0,62 | 0,87 | 1,15 | 1,37 | 1,70 |
| Коричневая, р. 18  | A <sub>n</sub>   | 0—16            | 0,29                                                           | 0,42 | 0,58 | 0,90 | 1,41 | 1,62 | 2,18 |
|                    | AB               | 16—22           | 0,30                                                           | 0,45 | 0,69 | 1,02 | 1,47 | 1,75 | 2,21 |
|                    | B <sub>1</sub>   | 25—36           | 0,31                                                           | 0,46 | 0,71 | 1,10 | 1,52 | 1,78 | 2,25 |
| Коричневая, р. 10  | A <sub>n</sub>   | 0—21            | 0,30                                                           | 0,47 | 0,65 | 1,03 | 1,45 | 1,81 | 2,20 |
|                    | AB               | 26—33           | 0,30                                                           | 0,49 | 0,66 | 1,08 | 1,48 | 1,97 | 2,26 |
|                    | B <sub>1</sub>   | 33—43           | 0,31                                                           | 0,50 | 0,68 | 1,11 | 1,54 | 1,99 | 2,31 |
| Коричневая, р. 55  | A <sub>n</sub>   | 0—15            | 0,32                                                           | 0,55 | 0,74 | 1,15 | 1,53 | 2,05 | 2,23 |
|                    | A <sub>1</sub>   | 15—26           | 0,34                                                           | 0,56 | 0,76 | 1,17 | 1,58 | 2,11 | 2,30 |
|                    | AB               | 26—36           | 0,36                                                           | 0,61 | 0,80 | 1,21 | 1,62 | 2,16 | 2,35 |
| Темно-серая р. 7   | A <sub>n</sub>   | 0—22            | 0,40                                                           | 0,63 | 0,87 | 1,23 | 1,68 | 2,25 | 2,50 |
|                    | A <sub>1</sub>   | 20—30           | 0,44                                                           | 0,65 | 0,90 | 1,25 | 1,70 | 2,16 | 2,60 |
|                    | AB               | 32—37           | 0,46                                                           | 0,67 | 0,98 | 1,28 | 1,71 | 2,18 | 2,65 |

Порог коагуляции (осаждения) гуминовых кислот

| Почва и № разреза | Горизонт         | Глубина | Начало коагуляции |                                               | Полная коагуляция |                                               |
|-------------------|------------------|---------|-------------------|-----------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------|
|                   |                  |         | время (часы)      | CaCl <sub>2</sub> м/экв на 1 литр р-ра гумата | время (часы)      | CaCl <sub>2</sub> м/экв на 1 литр р-ра гумата |
| Серая, р. 6       | A <sub>n</sub>   | 0 - 16  | сразу             | 6                                             | 4                 | 11                                            |
|                   | A <sub>n</sub>   | 15—16   | "                 | 6                                             | 4                 | 10                                            |
|                   | A <sub>2</sub> B | 25—32   | "                 | 5                                             | 4                 | 8                                             |
| Коричневая, р. 18 | A <sub>n</sub>   | 0—16    | "                 | 6                                             | 4                 | 8                                             |
|                   | AB               | 16—22   | "                 | 5                                             | 4                 | 7                                             |
|                   | B <sub>1</sub>   | 25—36   | "                 | 5                                             | 4                 | 7                                             |
| Коричневая, р. 10 | A <sub>n</sub>   | 0—21    | "                 | 5                                             | 4                 | 7                                             |
|                   | AB               | 26—33   | "                 | 4                                             | 4                 | 6                                             |
|                   | B <sub>1</sub>   | 33—43   | "                 | 4                                             | 4                 | 5                                             |
| Коричневая, р. 55 | A <sub>n</sub>   | 0—15    | "                 | 5                                             | 4                 | 6                                             |
|                   | A <sub>1</sub>   | 15—26   | "                 | 4                                             | 4                 | 5                                             |
|                   | AB               | 26—36   | "                 | 4                                             | 4                 | 5                                             |
| Темно-серая, р. 7 | A <sub>n</sub>   | 0—22    | "                 | 4                                             | 4                 | 5                                             |
|                   | A <sub>1</sub>   | 20—30   | "                 | 3                                             | 4                 | 4                                             |
|                   | AB               | 32—37   | "                 | 3                                             | 4                 | 4                                             |

## ВЫВОДЫ

Полученные результаты изучения природы гумуса коричневых почв позволяют нам прийти к следующим выводам.

1) Несмотря на наличие высокодисперсных гумусовых веществ (фракция Ia фильвокислот), значительное содержание битумов и веществ декальцината, коричневые почвы Татарии не имеют признаков оподзоленности, что объясняется условиями залегания и высокой насыщенностью материнской породы кальцием.

2) По количественному содержанию гумусовых веществ коричневые почвы занимают промежуточное положение между серой и темно-серой почвами, что подтверждает и величина их оптической плотности и порог коагуляции.

3) В составе гумуса преобладают гуминовые кислоты и гумины. Специфическая особенность состава коричневых почв Татарии выражается в высоком содержании гуминовых кислот, связанных с кальцием, преобладанием их над фильвокислотами и в широком отношении  $\frac{\text{СГК}}{\text{СФК}}$ .

## ЛИТЕРАТУРА

1. Акимцев В. В. Почвы Ганджинского района. Тр. Азербайджанской почвенной экспедиции, т II, вып. 5. Баку, 1928.
2. Александрова Л. Н. Гумус как система полимерных соединений. Тр. Юбилейной сессии почв. ин-та, посвященной столетию со дня рождения В. В. Докучаева. Изд. АН СССР, 1949.

3. Алиев С. А., Фараджев С. Б. О распространении коричневых почв в Азербайджане. Докл. АН Азербайдж. ССР, т. XIII, вып. 2, 1957.
4. Алексеева Н. Б. Почвы северной части Свияго-Волжского водораздела. Изв. КФАН, серия биологических и с/х наук, № 2, 1950.
5. Антипов - Каратаев И. Н. О бурых лесных и коричневых лесных почвах. Почвоведение, 1947, № 12.
6. Бельчикова Н. П. Некоторые закономерности содержания состава гумуса и свойств гуминовых кислот в главнейших группах почв СССР. Тр. почв. ин-та им. В. В. Докучаева, т. 38, 1951.
7. Богданов М. Н. Птицы и звери Поволжья. 1871.
8. Винокуров М. А. и Алпатов Р. А. Состав гумуса в почвах Татарской республики. Почвоведение, 1948, № 8.
9. Винокуров М. А. и Корнилова А. М. Изменение почв Татарии под влиянием окультуривания. Сб. «Окультуривание и рациональное использование почв и удобрений». Изд. КГУ, 1964.
10. Винокуров М. А. и Фаткуллин А. Ш. Качественный состав почвенных микроагрегатов — основа для разработки правильной агротехники. Сб. «Окультуривание и рациональное использование почв и удобрений». Изд. КГУ, 1964.
11. Герасимов И. П. Коричневые почвы сухих лесов и кустарниковых лугоstepей. Тр. почв. ин-та им. В. В. Докучаева, т. 30, 1949.
12. Докучаев В. В. Русский чернозем. Избр. сочинения, т. I, 1949.
13. Долгилевич М. И., Кочкин М. А., Севастьянов И. Ф. Состав и некоторые свойства гумуса коричневых почв Крыма. Почвоведение, 1962, № 2.
14. Захаров С. А. Борьба леса и степи на Кавказе. Почвоведение, 1935, № 4.
15. Изюмов А. И. Коричневые горнолесные почвы восточной части малого Кавказа. Тр. Совещ. по вопросам генезиса и классификации, географии, мелiorации почв Закавказья, Баку, 1955.
16. Иловайская Н. Н. Органическое вещество основных типов почв Таджикистана. Почвоведение, 1959, № 8.
17. Коршунов М. А. Почвы восточного склона Цивиль-Свияжского водораздела в пределах Татарии. Изв. КФАН СССР, № 2, 1950.
18. Курочкин М. Ф. и Утэй И. В. Свойства и меры улучшения основных типов почв. 1959.
19. Мясникова А. М. Главные факторы почвообразования и почвы Мензелинского, Актанышского и Муслимовского районов Татарской республики. Уч. зап. Каз. гос. ун-та, т. 91, 1931.
20. Неганов А. Ф. Генезис коричневых и серо-коричневых лесных почв Башкирской АССР. Почвоведение, 1938, № 5.
21. Пономарева В. В. К характеристике гумусового состояния пахотных почв Карельского перешейка. Почвоведение, 1954, № 9.
22. Расположенский Р. В. Естественно-историческое описание Каз. губ. Тр. Об-ва естествоисп. при КГУ, т. 24, вып. 6, 1892.
23. Рупрехт Ф. И. Геоботанические исследования о черноземе. Приложение к X т. Записок ИМП АН, № 6, С-Петербург, 1866.
24. Сибирцев Н. М. Классификация почв в применении к России. 1886.
25. Тищенко В. И. и Рыдалевская М. Д. Опыт химического исследования гуминовых кислот различных почвенных типов. Докл. АН СССР, т. 4, 1936.
26. Тюрин И. В. К вопросу о генезисе и классификации лесостепных и лесных почв. Уч. зап. Каз. гос. ун-та, т. 90, кн. 3—4, 1930.
27. Тюрин И. В. Почвы Сев.-зап. части Татарской республики. Казань, 1933.
28. Тюрин И. В. Материалы по изучению состава гумуса в почвах СССР. Пробл. Совет. почвоведения, 1940а, сб. 11.
29. Тюрин И. В. К методике анализа сравнительного изучения состава почвенного перегноя или гумуса. Тр. Почв. ин-та им. В. В. Докучаева, т. XXXVIII, 1951.
30. Шендриков М. Г. Почвы части Закамских районов ТАССР, Казань, 1934.
31. Цинцадзе С. Г. Состав гумуса некоторых почв Грузии. Тр. ин-та Почвоведения АН Груз. ССР, т. VII, 1956.

**А. Ш. Фаткуллин**

## **АГРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛУГОВЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ, РАСПРОСТРАНЕННЫХ В ДОЛИНАХ МАЛЫХ РЕК ВОЛЖСКО-КАМСКОГО БАССЕЙНА**

В последнее время исследователи все больше обращают внимание на характер формирования и распространения почв пойм как крупных рек, так и малых, являющихся их притоками [1, 2, 3, 4, 9]. Такой интерес, очевидно, вызван не только практической значимостью пойменных луговых почв [5, 6, 7, 8], но и своеобразностью формирования их в различных речных долинах. В последние годы мы занимались изучением почв пойм малых рек в пределах Волжско-Камского бассейна [10, 11, 12]. Значительная часть территории Татарии дренируется Волгой, Камой, Вяткой и их притоками второго и третьего порядков, характеризующихся неоднородным строением долин. В них широко распространены различные пойменные почвы, формирование которых обусловлено не только условиями почвообразования данной зоны — зоны лесостепи, но и специфическими факторами, присущими каждой долине. К последним относятся асимметричность той или иной долины, распространение различных геологических пород по береговой зоне, облесенность прилегающей к долине территории и др. При различном сочетании и постоянном взаимодействии этих факторов даже в пределах одной и той же долины создается неоднородный гидрологический режим. Вследствие этого интенсивность аллювиального и поемного процессов выражена по-разному. Отсюда образование почвы поймы идет в постоянном сочетании с указанными процессами. При различной интенсивности дернового процесса на аллювиальных наносах поймы происходит формирование многочисленных разновидностей почв. В зависимости от строения поймы часто почвообразование идет при близком залегании уровня грунтовых вод. Поэтому в пойме встречаются дерновые, луговые, местами в различной степени заболоченные почвы и почвы типичного болотного ряда. В некоторых речных долинах, особенно в южной части лесостепи, болотный процесс одновременно сопровождается с процессом засоления. Вследствие этого значительное распространение имеют болотно-солончаковые почвы.

Не останавливаясь на подробной характеристике почв пойм малых рек Волжско-Камского бассейна, в настоящей статье мы освещаем лишь строение и состав луговых черноземов, распространенных в долинах рек Ика, Шешмы, Б. и М. Черемшанов, являющихся притоками Волги и Камы. Луговые черноземы здесь формируются на таких элементах рельефа долины, которые или остались вне зоны затопления или же

давно вышли из-под влияния аллювиального и пойменного процессов, и в настоящее время находятся под постоянным воздействием зональных факторов. Поэтому, казалось бы, они должны были бы быть однородными по своему строению во всех речных долинах данной климатической зоны. Однако, как показывают результаты наших исследований, в различных речных долинах образование их тесно связано с характером гидрологического режима. Об этом свидетельствует наличие в некоторых частях долины луговых черноземов, еще недавно погребенных свежими аллювиальными наносами. На последних во многих местах впоследствии образовались слоисто- или зернисто-луговые почвы. Луговые черноземы претерпевали существенные изменения под влиянием гидрологического режима, особенно в среднем и нижнем течении рек. В зависимости от особенностей строения долины они в одних случаях погребены наносом, а в других — заметно подвергнуты смыву, сносу, при этом мощность аккумулятивного горизонта у них, в результате размыва мелкозема па-водковыми водами, заметно сократилась.

О строении и составе луговых черноземов, распространенных в различных долинах рек, можно судить по приведенным в таблице 1 данным агрохимических показателей. Как видно из таблицы, луговые черноземы по своим физико-химическим особенностям неоднородны, хотя почти во всех речных долинах они являются среднемощными. Мощность  $A+AB$  колеблется от 45 до 70 см. Но в долине р. Ик мощность этого горизонта не больше 50 см, что, очевидно, объясняется частичным смывом его во время весеннего половодья. Об этом же свидетельствует заметное уменьшение содержания физической глины и иловатой фракции. Такая же картина наблюдается и в строении черноземов в долине рек Б. и М. Черемшанов. В долине р. Шешмы, видимо, этот процесс выражен слабо. Мощность этого горизонта достигает 70 см. Сокращение мощности гумусового горизонта обычно наблюдается в черноземах, развитых в низовьях рек и значительно меньше в среднем течении, где они занимают увалистые повышенные равнины недалеко от русла. По содержанию гумуса описываемые почвы больше всего являются тучными. Однако в низовьях р. Ика встречаются черноземы, относящиеся к ряду среднегумусовых, что, очевидно, опять-таки связано с процессами их смыва (раз. 121). Но в то же время встречаются среднегумусные почвы без признаков смыва, как например, в районе верхнего течения р. Шешмы (раз. 84). В соответствии с содержанием гумуса находится валовой азот. Количество гидролизующего азота в верхнем горизонте во всех случаях, независимо от количества гумуса, колеблется от 11 до 21 мг на 100 г почвы. В низ профиля почти всегда оно заметно уменьшается. Общее содержание фосфорной кислоты колеблется от 75 до 240 мг на 100 г почвы. Подвижные формы ее не превышают 20—25 мг на 100 г почвы. Содержание обменного калия в почвах от верховья к низовью р. Ика несколько увеличивается, точно так же, как и в других долинах [11, 12], что, очевидно, объясняется большей подвижностью его и выносом во время весеннего половодья. Сумма поглощенных оснований колеблется от 43 до 63 м/экв на 100 г почвы, причем максимум ее выражен в почвах поймы р. Ика, а минимум — в почвах поймы р. Шешмы. В составе ее значительное место занимает кальций. Высокая насыщенность их основаниями, очевидно, определяется высокой гумусностью и тяжелым механическим составом. Так, например, содержание физической глины в черноземах долины р. Ика колеблется от 25 до 57%, в том числе иловатой фракции от 14 до 41%. Между тем в аналогичных почвах долины р. Шешмы соответственно оно колеблется от 42 до 51, реже 73% и от 14 до 32%. Очевидно, уменьшение содержания их в верхнем горизонте описываемых почв объясняется также наличием процесса

Агрохимические показатели луговых черноземов, распространенных в долинах малых рек  
Болжско-Камского бассейна

| Местоположение | № разреза | Горизонты<br>в см | Глубина<br>взятия<br>образца<br>в см | Гидроскопическая<br>вода | Гумус в % | Азот        |                  | Фосфор  |                | K <sub>2</sub> O<br>в мг на 100 г<br>почвы | Поглощен-<br>ные основа-<br>ния в мг/кг |    | pH<br>водной суспензии | Потеря карбона-<br>тов от HCl в % | Механические<br>фракции<br>в % |        | Характер долины.<br>Почва. Угодье |
|----------------|-----------|-------------------|--------------------------------------|--------------------------|-----------|-------------|------------------|---------|----------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------|----|------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--------|-----------------------------------|
|                |           |                   |                                      |                          |           | ватовой в % | гидролиз-<br>ный | ватовой | поверх-<br>ный |                                            | Ca                                      | Mg |                        |                                   | <0,01                          | <0,001 |                                   |
|                |           |                   |                                      |                          |           |             |                  |         |                |                                            |                                         |    |                        |                                   |                                |        |                                   |

|                                                                       |     |                      |       |      |      |       |      |       |      |      |       |      |      |     |      |      |      |                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------|-----|----------------------|-------|------|------|-------|------|-------|------|------|-------|------|------|-----|------|------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Река Ик                                                               |     |                      |       |      |      |       |      |       |      |      |       |      |      |     |      |      |      |                                                                                                                                                     |
| В 1,5 км к во-<br>стоку д. Чебан,<br>Бавлинского рай-<br>она, Татария | 99  | A 3-38               | 3-13  | 6,3  | 14,7 | 0,677 | 11,1 | 200,0 | 23,5 | 18,3 | 354,7 | 8,2  | 63,1 | 7,8 | 6,0  | 24,7 | 1,33 | Среднее течение.<br>Левый берег. Цент-<br>ральная пойма. Почи-<br>ва — луговой карбо-<br>натный чернозем. Се-<br>нокосное угодье.                   |
|                                                                       |     | AB 38-55             | 20-30 | 8,1  | 13,6 |       | 11,7 |       | 25,0 | 15,0 | 42,1  | 16,8 | 58,9 | 7,5 | 9,9  | 18,8 | 14,5 |                                                                                                                                                     |
|                                                                       |     | B <sub>1</sub> 55-69 | 40-50 | 4,93 | 2,42 |       |      |       |      |      |       |      |      | 7,3 |      |      |      |                                                                                                                                                     |
|                                                                       |     | B <sub>2</sub> 69-88 | 55-65 | 1,68 | 1,68 |       |      |       |      |      |       |      |      | 7,4 |      |      |      |                                                                                                                                                     |
|                                                                       |     | C 88-120             | 75-85 | 3,1  | 0,60 |       | 0,52 |       | 3,91 | 13,9 | 16,8  | 20   | 17,0 | 7,5 | 22,6 | 22,8 | 13,4 |                                                                                                                                                     |
| В 1,5 км к СВ<br>д. Тойгузино Мен-<br>зелинского рай-<br>она          | 121 | A 0-21               | 0-10  | 7,3  | 8,80 | 0,508 | 20,0 | 74,5  | 6,82 | 33,8 | 43,8  | 19,4 | 63,2 | 6,0 |      | 56,8 | 41,0 | Низовье. Правый<br>берег. Центральная<br>пойма. Почва — луго-<br>вой выщелоченный<br>чернозем. Пашня. В<br>1 км от реки.                            |
|                                                                       |     | A 21-37              | 25-35 | 7,4  | 5,82 |       | 7,26 |       | 6,56 | 24,1 | 46,3  | 11,5 | 57,8 | 5,7 |      | 61,0 | 36,7 |                                                                                                                                                     |
|                                                                       |     | AB 37-48             | 38-48 | 3,77 | 1,80 |       |      |       |      |      |       |      |      | 6,1 |      |      |      |                                                                                                                                                     |
|                                                                       |     | B <sub>1</sub> 48-63 | 50-60 | 1,80 | 0,84 |       |      |       |      |      |       |      |      | 5,7 |      |      |      |                                                                                                                                                     |
|                                                                       |     | B <sub>2</sub> 63-84 | 70-80 | 3,4  | 0,47 |       | 3,67 |       | 15,4 | 9,53 | 10,2  | 5,60 | 15,8 | 6,3 |      | 20,9 | 14,6 |                                                                                                                                                     |
| В 2,0 км к СВ<br>д. Тойгузино Мен-<br>зелинского рай-<br>она          | 122 | A 3-14               | 3-13  | 6,2  | 7,28 | 0,362 | 11,6 | 146,6 | 15,8 | 22,7 | 47,2  | 25,2 | 52,4 | 5,9 |      | 50,9 | 15,3 | То же. Залеж в 200 м<br>от реки.                                                                                                                    |
|                                                                       |     | AB 33-46             | 20-30 | 9,7  | 6,98 |       | 8,8  |       | 6,74 | 26,2 | 35,6  | 8,66 | 47,3 | 5,9 |      | 76,3 | 22,3 |                                                                                                                                                     |
|                                                                       |     | B <sub>1</sub> 46-61 | 36-46 | 2,08 | 1,35 |       |      |       |      |      |       |      |      | 6,0 |      |      |      |                                                                                                                                                     |
|                                                                       |     | B <sub>2</sub> 61-83 | 50-60 | 1,35 | 0,84 |       |      |       |      |      |       |      |      | 6,3 |      |      |      |                                                                                                                                                     |
|                                                                       |     | B <sub>3</sub> 83-98 | 70-80 | 6,3  | 0,18 |       | 4,6  |       | 6,76 | 21,3 | 10,1  | 7,42 | 17,5 | 6,5 |      | 58,9 | 38,6 |                                                                                                                                                     |
| В 3 км к СВ<br>д. Икское Устье<br>Елабужского рай-<br>она             | 126 | A 3-34               | 3-10  | 6,3  | 10,5 | 0,530 | 7,2  | 99,0  | 5,33 | 23,5 | 50,8  | 12,3 | 37,0 | 6,1 |      | 70,9 | 45,5 | Устье. Правый бе-<br>рег. Центральная Ик-<br>ско-Камская пойма.<br>Почва — луговой вы-<br>щелоченный черно-<br>зем (оплеен) сено-<br>косное угодье. |
|                                                                       |     | AB 34-48             | 20-30 | 9,5  | 8,00 |       | 3,3  |       | 2,10 | 28,6 | 47,3  | 15,8 | 63,1 | 5,9 |      | 81,1 | 55,2 |                                                                                                                                                     |
|                                                                       |     | B <sub>1</sub> 48-69 | 35-45 | 4,10 | 1,95 |       |      |       |      |      |       |      |      | 6,4 |      |      |      |                                                                                                                                                     |
|                                                                       |     | B <sub>2</sub> 69-91 | 50-60 | 1,95 | 0,85 |       |      |       |      |      |       |      |      | 6,0 |      |      |      |                                                                                                                                                     |
|                                                                       |     | C 91-128             | 75-85 | 8,7  | 0,44 |       | 5,3  |       | 3,30 | 31,2 | 29,8  | 8,77 | 38,6 | 6,3 |      | 71,6 | 56,9 |                                                                                                                                                     |

| Местоположение | № разреза | Горизонты<br>в см | Глубина<br>взятия<br>образца<br>в см | Литературная<br>вода | Гумус в % | Валовый в % | Азот    |                    | Фосфор  |                | K <sub>2</sub> O       |    | Поглощен-<br>ные основа-<br>ния в мг/кг |       | pH водной су-<br>спензии | Потеря карбона-<br>тов от HCl в % | Механические<br>фракции в % |        | Характер долины.<br>Почва. Уголь |
|----------------|-----------|-------------------|--------------------------------------|----------------------|-----------|-------------|---------|--------------------|---------|----------------|------------------------|----|-----------------------------------------|-------|--------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|--------|----------------------------------|
|                |           |                   |                                      |                      |           |             | валовый | гидроли-<br>зуемый | валовой | подвиж-<br>ной | в мг на 100 г<br>почвы | Ca | Mg                                      | сумма |                          |                                   | <0,01                       | <0,001 |                                  |
|                |           |                   |                                      |                      |           |             |         |                    |         |                |                        |    |                                         |       |                          |                                   |                             |        |                                  |

|                                                             |     |                      |       |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |        |
|-------------------------------------------------------------|-----|----------------------|-------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| В 2,5 км к СВ<br>д. Иксное Устье<br>Елабужского рай-<br>она | 127 | A 3-34               | 3-13  | 6,7  | 9,13 | 0,418 | 35,3 | 73,6 | 20,8 | 24,3 | 45,6 | 10,0 | 55,6 | 6,1  | 53,0 | 35,0 | То же. |
|                                                             |     | A 34-46              | 20-30 | 7,5  | 6,79 |       | 2,5  | 1,30 | 18,0 | 35,0 | 11,2 | 46,2 | 6,7  | 58,4 | 42,0 |      |        |
|                                                             |     | B <sub>1</sub> 46-65 | 35-45 | 4,16 |      |       |      |      |      |      |      |      | 6,2  |      |      |      |        |
|                                                             |     | B <sub>2</sub> 65-85 | 50-60 | 2,45 |      |       |      |      |      |      |      |      | 6,7  |      |      |      |        |
|                                                             |     |                      | 75-85 | 7,3  | 1,65 |       | 1,9  | 4,10 | 18,5 | 17,5 | 9,76 | 27,3 | 5,9  | 52,6 | 24,3 |      |        |

|                                                     |    |                       |         |      |      |       |      |       |  |  |  |  |  |      |      |      |      |                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------|----|-----------------------|---------|------|------|-------|------|-------|--|--|--|--|--|------|------|------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Река Шешма                                          |    |                       |         |      |      |       |      |       |  |  |  |  |  |      |      |      |      |                                                                                                                             |
| В 1 км к СВ<br>д. Кармалы Ниж-<br>некамского района | 53 | A 3-36                | 3-13    | 7,8  | 11,5 | 0,650 | 21,2 | 170,0 |  |  |  |  |  | 62,9 | 6,7  | 73,3 | 14,1 | Низовье. Левый бе-<br>рег. Центральное-при-<br>русловая пойма. Поч-<br>ва — луговой выхло-<br>щенный чернозем.<br>Пастбище. |
|                                                     |    | AB 36-54              | 15-25   | 8,22 |      |       | 11,5 |       |  |  |  |  |  |      | 6,6  |      |      |                                                                                                                             |
|                                                     |    | B <sub>1</sub> 54-83  | 40-50   | 3,73 |      |       |      |       |  |  |  |  |  |      | 6,8  |      |      |                                                                                                                             |
|                                                     |    | B <sub>2</sub> 83-121 | 65-75   | 2,45 |      |       | 5,4  |       |  |  |  |  |  |      | 6,7  |      |      |                                                                                                                             |
|                                                     |    | C 121-165             | 100-110 | 4,5  | 1,07 |       |      |       |  |  |  |  |  |      | 56,5 | 6,8  | 67,5 |                                                                                                                             |
|                                                     |    |                       | 142-152 | 3,4  | 0,32 |       |      |       |  |  |  |  |  | 7,1  |      | 63,8 | 32,9 |                                                                                                                             |

|                                                         |    |                       |         |      |      |       |      |       |  |  |  |  |  |      |     |      |      |                                                                                                                          |      |
|---------------------------------------------------------|----|-----------------------|---------|------|------|-------|------|-------|--|--|--|--|--|------|-----|------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| В 1,5 км к югу<br>д. Ленино. Чисто-<br>польского района | 59 | A 3-51                | 3-13    | 4,3  | 11,0 | 0,600 | 15,2 | 172,0 |  |  |  |  |  | 42,8 | 6,7 | 41,6 | 21,4 | Низовье. Левый бе-<br>рег. Центральное-при-<br>русловая пойма. Поч-<br>ва — луговой выще-<br>лочный чернозем.<br>Залежь. |      |
|                                                         |    | AB 51-73              | 30-40   | 8,32 |      |       | 35,4 |       |  |  |  |  |  |      | 6,6 |      |      |                                                                                                                          |      |
|                                                         |    | B <sub>1</sub> 73-95  | 60-70   | 6,24 |      |       |      |       |  |  |  |  |  |      | 6,8 |      |      |                                                                                                                          |      |
|                                                         |    | B <sub>2</sub> 95-116 | 80-90   | 3,7  | 2,24 |       | 17,6 |       |  |  |  |  |  |      | 7,1 |      | 44,0 |                                                                                                                          | 40,5 |
|                                                         |    | C 116-140             | 103-113 | 0,75 |      |       |      |       |  |  |  |  |  |      | 7,1 |      | 42,8 |                                                                                                                          | 30,1 |
|                                                         |    |                       | 127-137 | 2,3  | 0,34 |       | 4,2  |       |  |  |  |  |  | 7,3  |     |      |      |                                                                                                                          |      |

|                           |    |                       |        |      |      |       |      |       |  |  |  |  |  |      |     |      |      |                  |
|---------------------------|----|-----------------------|--------|------|------|-------|------|-------|--|--|--|--|--|------|-----|------|------|------------------|
| В 2 км к югу<br>д. Ленино | 60 | A 3-44                | 3-13   | 4,7  | 10,8 | 0,620 | 11,4 | 200,0 |  |  |  |  |  | 44,2 | 7,0 | 43,1 | 23,4 | То же. Пастбище. |
|                           |    | AB 44-61              | 30-40  | 7,47 |      |       | 6,6  |       |  |  |  |  |  |      | 6,9 |      |      |                  |
|                           |    | B <sub>1</sub> 61-86  | 50-60  | 5,23 |      |       |      |       |  |  |  |  |  |      | 6,8 |      |      |                  |
|                           |    | B <sub>2</sub> 86-100 | 70-80  | 2,77 |      |       |      |       |  |  |  |  |  |      | 7,0 |      |      |                  |
|                           |    |                       | 90-100 | 3,7  | 1,38 |       | 2,2  |       |  |  |  |  |  |      | 7,2 |      | 65,3 |                  |

Продолжение таблицы 1

| Местоположение                                                            | № разреза | Горизонты<br>в см     | Глубина<br>взятия<br>образца<br>в см | Гидроскопическая<br>вода | Гумус в % | Азот           |                    | Фосфор         |                | Поглощен-<br>ные основа-<br>ния в м/экв |     | pH<br>водной суспензии | Потеря карбона-<br>тов от HCl в % | Механические<br>фракции в % |                                                                                                                                        | Характер долины.<br>Почва. Уголь.                                                                                                                 |        |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------------------|--------------------------------------|--------------------------|-----------|----------------|--------------------|----------------|----------------|-----------------------------------------|-----|------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
|                                                                           |           |                       |                                      |                          |           | вазодон<br>в % | гидроном<br>зудный | вазодон<br>в % | подвиж-<br>ный | Ca                                      | Mg  |                        |                                   | сумма                       | <0,01                                                                                                                                  |                                                                                                                                                   | <0,001 |
|                                                                           |           |                       |                                      |                          |           |                |                    |                |                |                                         |     |                        |                                   |                             |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                   |        |
| В 1 км к СВ<br>д. Слобода Петро-<br>павловская Чисто-<br>польского района | 65        | A 3-54                | 3-13                                 | 4,0                      | 12,4      | 0,700          | 14,6               | 190,0          |                | 51,9                                    | 6,8 |                        | 43,4                              | 18,4                        | Среднее течение.<br>Левый берег. Цент-<br>рально-прирусовая<br>пойма. Луговой сла-<br>бовыщелочный<br>чернозем. Сенокос-<br>ное уголь. |                                                                                                                                                   |        |
|                                                                           |           | AB 54-68              | 30-40                                | 8,73                     | 5,33      |                | 12,8               |                |                |                                         | 6,9 |                        |                                   |                             |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                   |        |
|                                                                           |           | B <sub>1</sub> 68-83  | 55-65                                | 1,1                      | 1,81      |                | 11,0               |                |                |                                         | 6,8 |                        | 46,5                              | 21,2                        |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                   |        |
|                                                                           |           | B <sub>2</sub> 83-113 | 70-80                                | 0,20                     | 0,20      |                | 7,0                |                |                |                                         | 7,2 |                        | 28,7                              | 19,7                        |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                   |        |
|                                                                           |           | C 113-162             | 90-100                               | 2,0                      | 0,32      |                | 5,1                |                |                |                                         | 7,2 |                        |                                   |                             |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                   |        |
| В 1,5 км к югу<br>д. Т. Урала Лени-<br>ногорского района                  | 84        | A 3-22                | 3-13                                 | 3,6                      | 8,00      | 0,490          | 15,2               | 228,0          | 9,2            | 42,8                                    | 7,2 |                        | 50,7                              | 32,2                        | Верховье. Левый бе-<br>рег. Центральное-при-<br>русовая пойма. Поч-<br>ва — луговой карбо-<br>натный чернозем.<br>Пастбище.            |                                                                                                                                                   |        |
|                                                                           |           | AB 54-80              | 22-32                                | 3,9                      | 7,68      |                | 17,0               |                | 5,4            | 43,5                                    | 7,2 |                        | 50,4                              | 30,1                        |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                   |        |
|                                                                           |           | B 60-70               | 60-70                                | 5,33                     |           |                | 11,4               |                | 2,7            |                                         | 7,3 |                        | 30,2                              | 28,0                        |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                   |        |
|                                                                           |           | B 80-111              | 101-111                              | 1,0                      | 2,13      |                |                    |                |                |                                         | 7,3 |                        |                                   |                             |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                   |        |
| Река Б. Черемшан                                                          |           |                       |                                      |                          |           |                |                    |                |                |                                         |     |                        |                                   |                             |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                   |        |
| В 2,0 км к сев.<br>д. Бурметьево Ок-<br>тябрьского района<br>Татарии      | 141       | A 0-25                | 0-10                                 | 9,630                    | 5,11      |                | 17,6               | 197,5          | 10,4           |                                         |     | 6,8                    |                                   | 62,1                        | 43,9                                                                                                                                   | Среднее течение.<br>Правый берег. Цен-<br>трально-прирусовая<br>пойма. Почва. Луго-<br>вой выщелоченный<br>чернозем. Пашня.                       |        |
|                                                                           |           | A 25-48               | 30-40                                | 5,38                     |           |                | 12,8               | 92,5           | 6,4            |                                         |     | 6,5                    |                                   | 65,3                        | 42,0                                                                                                                                   |                                                                                                                                                   |        |
|                                                                           |           | AB 48-67              | 50-60                                | 4,69                     |           |                |                    |                |                |                                         |     | 6,4                    |                                   | 69,7                        | 42,7                                                                                                                                   |                                                                                                                                                   |        |
|                                                                           |           | B 67-90               | 75-85                                | 2,49                     |           |                |                    |                |                |                                         |     | 6,4                    |                                   | 60,8                        | 46,8                                                                                                                                   |                                                                                                                                                   |        |
|                                                                           |           | B 90-108              | 90-100                               | 1,13                     |           |                |                    |                |                |                                         |     | 6,6                    |                                   | 46,3                        | 39,5                                                                                                                                   |                                                                                                                                                   |        |
| В 2,0 км к югу<br>д. Бурметьево Ок-<br>тябрьского района<br>Татарии       | 142       | BC 108-130            | 120-130                              | 0,62                     |           |                |                    |                |                |                                         |     | 7,2                    | 5,6                               | 50,2                        | 37,7                                                                                                                                   | Среднее течение.<br>Левый берег. Цент-<br>рально-прирусовая<br>пойма. Почва — луго-<br>вой карбонат. черно-<br>зем (солончаковатый).<br>Пастбище. |        |
|                                                                           |           | A 3-41                | 3-13                                 | 10,60                    | 5,01      |                | 20,8               | 132,5          | 6,8            |                                         |     | 7,7                    | 13,5                              | 65,4                        | 40,2                                                                                                                                   |                                                                                                                                                   |        |
|                                                                           |           | AB 41-58              | 45-55                                | 5,92                     |           |                | 13,2               |                |                |                                         |     | 7,5                    | 12,9                              | 68,3                        | 44,1                                                                                                                                   |                                                                                                                                                   |        |
|                                                                           |           | B 58-71               | 60-70                                | 3,28                     |           |                |                    |                |                |                                         |     | 7,3                    | 12,0                              | 69,3                        | 44,1                                                                                                                                   |                                                                                                                                                   |        |
|                                                                           |           | B 71-94               | 80-90                                | 2,17                     |           |                |                    |                |                |                                         |     | 7,5                    | 12,1                              | 68,6                        | 41,0                                                                                                                                   |                                                                                                                                                   |        |
|                                                                           |           | C 94-118              | 108-118                              | 1,96                     |           |                |                    |                |                |                                         |     | 7,5                    | 12,3                              | 59,2                        | 35,3                                                                                                                                   |                                                                                                                                                   |        |

Река Б. Черемшан

Продолжение таблицы 1

| Местоположение                                               | № разреза | Горизонты<br>в см | Глубина<br>взятия<br>образца<br>в см | Гидроскопическая<br>вода | Гумус в % | Азот        |                 | Фосфор  |           | K <sub>2</sub> O<br>в мг на 100 г<br>почвы | Поглощен-<br>ные основа-<br>ния м/экс |     | pH водной суспензии | Потеря карбона-<br>тов от HCl в % | Механические<br>фракции в % |       | Характер долины.<br>Почва. Уголь                                                                         |                |
|--------------------------------------------------------------|-----------|-------------------|--------------------------------------|--------------------------|-----------|-------------|-----------------|---------|-----------|--------------------------------------------|---------------------------------------|-----|---------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
|                                                              |           |                   |                                      |                          |           | валовой в % | гидролитический | валовой | подвижной |                                            | Ca                                    | Mg  |                     |                                   | сумма                       | <0,01 |                                                                                                          | <0,001<br>в мм |
|                                                              |           |                   |                                      |                          |           |             |                 |         |           |                                            |                                       |     |                     |                                   |                             |       |                                                                                                          |                |
| В 1,5 км к ЮВ<br>д. Арбузов Баран<br>Алексеевского<br>района | 158       | 3-23              | 3-13                                 | 2,0                      | 7,22      | 0,315       | 14,1            | 240,0   | 5,5       |                                            |                                       |     | 7,1                 |                                   | 41,3                        | 9,3   | Верховье. Централь-<br>но-прирусовая пой-<br>ма. Почва — луговой<br>карбонатный черно-<br>зем. Пастбище. |                |
|                                                              |           | 23-45             | 25-35                                | 2,2                      | 5,71      | 0,290       | 15,8            |         | 5,1       |                                            |                                       |     | 7,3                 |                                   | 43,8                        | 10,1  |                                                                                                          |                |
|                                                              |           | 45-70             | 50-60                                | 3,1                      | 3,13      |             |                 |         | 4,0       |                                            |                                       |     | 7,1                 |                                   | 46,6                        | 13,2  |                                                                                                          |                |
|                                                              |           | 70-105            | 70-80                                | 3,5                      | 3,13      |             |                 |         | 3,2       |                                            |                                       |     | 7,5                 |                                   | 47,3                        | 11,9  |                                                                                                          |                |
|                                                              |           | 105-129           | 110-120                              | 2,0                      | 1,62      |             |                 |         | 2,0       |                                            |                                       |     | 7,6                 |                                   | 41,9                        | 9,2   |                                                                                                          |                |
|                                                              |           | 129-150           | 135-145                              | 2,3                      | 1,30      |             |                 |         | 1,8       |                                            |                                       |     | 7,7                 |                                   | 42,3                        | 7,8   |                                                                                                          |                |
|                                                              |           | 150-180           | 170-180                              | 2,1                      | 1,18      |             |                 |         | 1,1       |                                            |                                       | 7,3 |                     | 43,3                              | 10,9                        |       |                                                                                                          |                |

## Река М. Черемшан

Примечание: Подвижные формы  $P_2O_5$  в карбонатных черноземах определялись по Мачигину, а в некарбонатных — по Тругове.  $K_2O$  на пламенном фотометре. Поглощенные основания — по Шмиду в карбонатных, по Гедричу в некарбонатных черноземах.

выщелачивания. В указанных речных долинах описываемые почвы от верховья к низовью по своим механическим составам изменяются в сторону утяжеления. Видимо, это обусловлено ослаблением скорости течения реки в низовьях или в устьевых частях реки в результате подпора вод р. Камы. Черноземы долины р. Б. Черемшана описаны только в среднем ее течении. Во многих пунктах они погребены аллювиальным наносом. По механическому составу как выщелоченные, так и карбонатные их разности — тяжелые; количество физической глины достигает 65%, а иловатой фракции 44%. В низ профиля количество их изменяется в соответствии с генетическими особенностями почвы. Реакция среды зависит от степени выщелоченности почвы.

Таким образом, луговые черноземы во всех речных долинах, в зависимости от характера отдельных отрезков долины и поймы, характеризуются специфическими, присущими только для них физико-химическими особенностями. Но в то же время наблюдаются общие генетические свойства. К ним относятся: изменение некоторых свойств почв поймы от верховья к устью реки, а именно: утяжеление механического состава, усиление выщелоченности, увеличение содержания некоторых питательных элементов, в частности калия и др. Все это наталкивает на такую мысль, что при практическом использовании луговых черноземов необходимо учесть их генетические особенности в зависимости от характера долины. Исходя из этого необходимо разрабатывать соответствующие агротехнические, а может быть, даже необходимые гидротехнические мероприятия.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ахтырцев Б. П. О почвах поймы нижнего течения р. Воронежа. Бюлл. Об-ва естествоиспытателей при Воронежском университете, т. 12, 1961.
2. Волковский П. А., Ксенофонтова В. В., Иванов С. Я. Способы мелиорации и сельскохозяйственное использование земель в пойме р. Москвы. Гидротехника и мелиорация, № 2, 1964.
3. Добровольский Г. В. Почвы поймы Клязьмы. Сб. «Пойм. почвы Русск. равнины», в. I, МГУ, 1962.
4. Добровольский Г. В., Тюрюканов А. Н. Почвы поймы Москва-реки. Там же.
5. Ермакова В. Рационально использовать пойменные земли Саратовской области. С/хоз-во Поволжья, № 6, 1963.
6. Золотухина Ю., Шелемова Т. Эффективность минеральных удобрений на пойменных почвах Удмуртии. С/хозяйственное производство Урала, № 2, 1964.
7. Соловьев В. Богатство пойменных земель. Там же.
8. Туровцев М., Миркин Б. Не допускать эрозии в поймах рек. С/хоз-во Башкирии, № 11, 1962.
9. Тюрюканов А. Н. Почвенный покров поймы нижнего течения р. Москвы. Вест. Моск. университета, сер. биологи, № 1, 1959.
10. Фаткуллин А. Ш. Некоторые данные о характеристике почв зоны влияния местного водоема на реке Шешмы (Татария). Научные доклады Высш. школы, № 1, 1962.
11. Фаткуллин А. Ш. Пойменные луговые почвы малых рек Предкамья Татарии и пути рационального их использования. Итоговая научная конференция КГУ за 1962 год. Изд. КГУ, 1963.
12. Фаткуллин А. Ш. Пойменные почвы малых рек и их особенности картирования в условиях Предкамья Татарии. Кн. «Генезис и плодородие почв». Изд. КГУ, 1965.

**А. Ш. Фаткуллин**

## **ВЛИЯНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ФАКТОРОВ НА ХАРАКТЕР ФОРМИРОВАНИЯ ПОЧВ ПОЙМ МАЛЫХ РЕК ТАТАРИИ**

Для правильного использования пойменных земель в сельскохозяйственном производстве большое значение имеет изучение особенностей их формирования в конкретных физико-географических условиях. С этой целью мы в последние годы занялись изучением почв пойм малых рек Казанки, Свияги, Б. и М. Черемшанов — притоков Волги и Мёши, Ика, Шешмы — притоков Камы. Результаты исследований дают основание считать, что образование почв пойм малых рек протекает при более сложном сочетании факторов почвообразования, нежели на водоразделах. В их образовании большую роль играют как зональные, так и местные факторы, присущие данной речной долине. Из местных факторов, определяющих интенсивность аллювиального и пойменного процессов в речной долине, существенное значение имеют также, как асимметричность речной долины, геологическое строение береговой зоны и примыкающих к долине водоразделов, облесенность береговой зоны и самой речной долины и хозяйственная деятельность человека в конкретно взятой речной долине и на прилегающих к ней водоразделах. Все эти факторы при сложном сочетании в каждой речной долине определяют интенсивность гидрологического режима и, в конечном итоге, характера формирования поймы и пойменных почв. Различные их разновидности являются результатом сложного геобиохимического процесса, обусловленного совокупным влиянием друг на друга указанных факторов и их постоянным изменением как во времени, так и в пространстве. Взаимная связь и обусловленность этих факторов проявляются в каждой речной долине необособленно, неизолированно от других долин и овражно-балочной сети, а, наоборот, протекают при постоянном взаимном их влиянии друг на друга. Это подтверждается тем, что в речных долинах довольно часто наблюдается влияние на характер формирования почвы поймы основной реки ее притоков и балочно-овражной сети; причем оно в то же время тесно связано с общими физико-географическими условиями данной зоны. Так, например, в условиях Предкамья Татарии в результате влияния притоков в пойме основной реки почти всегда формируются торфяно-болотные почвы (рр. Меша, Казанка), а в условиях Закамья — нередко еще болотно-солончаковатые почвы (рр. Ик, Б. Черемшан). Почти такая же картина наблюдается при влиянии на почвообразовательный процесс в пойме реки балочно-овражной сети. При этом заметно изменяется почвенный покров притеррасной части поймы; вместо типичной пойменной почвы здесь формируются делювиально-слонисто-луговые почвы с характерными физико-химическими свойствами. Для ясного представле-

ния о сложном процессе почвообразования в речных долинах и выяснения некоторых причин, определяющих направления данного процесса, кратко остановимся на характеристике отдельных вышеперечисленных факторов.

**Асимметричность речной долины.** Реки Волжско-Камского бассейна характеризуются асимметричностью долин; правые берега у них — короткие покатые, крутые, местами даже обрываются с выходом глыб коренных пород, а левые — длинные и пологие [6, 7, 8, 9]. В местах впадения в основную реку ее притоков происходит как бы взаимное наложение асимметричных долин, в результате чего создается «гористый вид» [10, 12]. В таких асимметричных долинах пойма больше всего выражена на левом берегу; она представлена прирусловой, больше всего центрально-прирусловой, иногда центральной и притеррасной частями. Между тем на правом берегу она неширокая, порою даже совершенно отсутствует. Пойма здесь выделяется только в местах извилины, т. е. при удалении русла реки от коренного берега. При таком формировании пойменной террасы почвы поймы левобережья несколько отличаются от почв поймы правобережья. Это прежде всего наблюдается в строении почвы. Так, например, почвы поймы левобережья обычно образывались при определенной интенсивности проявления аллювиального и поемного процессов. В зависимости от рельефа поймы они по-разному охвачены дерновым процессом. Почвы же поймы правобережья зачастую формируются при вклинивании в общий аллювиально-поемный процессы делювиального процесса. В результате этого строение почвы, а следовательно, физико-химические ее особенности, заметно отличаются от почвы левобережья.

Как видно из таблицы 1, разрезы 3, 4, заложенные на правобережной пойме р. Казанки, характеризуют слоисто-луговую почву. Но по своему строению и физико-химическим особенностям почва не одна и та же; разр. 3 показывает строение почвы, развитой недалеко от притеррасной части поймы, где больше всего господствует делювиальный процесс, а разр. 4, наоборот, представляет почву, в образовании которой, в основном, участвует аллювиальный процесс. Следовательно, на данном участке долины р. Казанки образование почвы протекает при сложном сочетании аллювиального и делювиального процессов. Для правобережной поймы еще характерно то, что здесь происходит постоянное скопление и застой стоковых вод из примыкающего к долине водораздела, в результате чего почти вдоль всей речной долины наблюдаются почвы болотного ряда. Из них значительное распространение имеют торфяные, торфяно-глеевые почвы (разр. 18). К такому заключению невольно приходишь, когда сравниваешь почвы поймы правобережья с левобережной, где широкое распространение имеют почвы аллювиального типа (раз. 9). Делювиальный процесс в образовании почв поймы участвует не только на правобережной пойме, где он, несомненно, имеет место, но бывают случаи, когда он принимает участие и в образовании почвы поймы левобережья (р. Шешма, раз. 57).

**Облесенность береговой зоны и самой речной долины.** О важной роли леса в охране почвы от смыва давно известно. Поэтому повсюду в литературе очень много данных [1, 2, 3, 4, 5]. О влиянии леса на характер формирования почв пойм малых рек приводятся нами данные в другой работе [11, 13]. Здесь нужно лишь еще раз подчеркнуть, что при наличии леса на прилегающих к долине склонах водораздела или кустарников в пойме аллювиальный процесс во время весеннего половодья протекает в менее интенсивной форме, чем в необлесенных речных долинах. В результате этого в первом случае создаются благоприятные условия для формирования почвы с высокими показате-

Агрохимические показатели почв пойм малых рек Татарии

| Местоположение                                  | №№ разр. | Глубина взятия образца в см | Гипероскопическая вода | Гумус в % | Азот        |            | Фосфор    |                     | Калий обменный* | Поглощенные основания в мэкв* |       | pH водной суспензии | Механические фракции (мм) в % |        | Литера карбонатов от обработки | Характер долин. Почва. Угодье                                                                                   |  |  |
|-------------------------------------------------|----------|-----------------------------|------------------------|-----------|-------------|------------|-----------|---------------------|-----------------|-------------------------------|-------|---------------------|-------------------------------|--------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|                                                 |          |                             |                        |           | гидролизный | аммонийный | подвижный | в м2 на 100 г почвы |                 | Са                            | сумма |                     | <0,01                         | <0,001 |                                |                                                                                                                 |  |  |
|                                                 |          |                             |                        |           |             |            |           |                     |                 |                               |       |                     |                               |        |                                |                                                                                                                 |  |  |
| Река Казанка                                    |          |                             |                        |           |             |            |           |                     |                 |                               |       |                     |                               |        |                                |                                                                                                                 |  |  |
| В 1 км к югу от д. Шушары Высокогорского района | 3        | 3-10                        | 1,43                   | 0,65      | 10,7        |            |           |                     | 14,8            | 4,9                           | 17,3  |                     | 19,02                         | 10,2   |                                | Низовье. Правый берег. Действительно притеррасная часть поймы. Почва делювиально-слонтуговая супесчаная. Залежь |  |  |
|                                                 |          | 20-30                       | 0,25                   | нет       | 10,7        |            |           |                     | 3,0             | 2,5                           | 7,4   |                     | 3,42                          | 2,00   |                                |                                                                                                                 |  |  |
|                                                 |          | 37-43                       |                        | 0,90      |             |            |           |                     | 9,8             | 12,8                          | 14,8  |                     |                               |        |                                |                                                                                                                 |  |  |
|                                                 |          | 43-47                       |                        | 0,20      | 10,3        |            |           |                     | 7,9             |                               |       |                     |                               |        |                                |                                                                                                                 |  |  |
|                                                 |          | 47-52                       |                        | 0,55      |             |            |           |                     |                 |                               |       |                     |                               |        |                                |                                                                                                                 |  |  |
|                                                 |          | 52-62                       |                        | 0,90      |             |            |           |                     |                 |                               |       |                     |                               |        |                                |                                                                                                                 |  |  |
| В 1,5 км к югу от д. Шушары                     | 4        | 65-75                       |                        | 1,40      | 10,7        |            |           |                     | 11,0            |                               |       |                     |                               |        |                                | То же. Центральное-прирусленная пойма. Почва слонтуговая на темноцветно-глиеватых почвах. Залежь                |  |  |
|                                                 |          | 80-90                       |                        | 0,60      |             |            |           |                     |                 |                               |       |                     |                               |        |                                |                                                                                                                 |  |  |
|                                                 |          | 110-120                     |                        | 0,95      | 10,1        |            |           |                     | 11,0            |                               |       |                     |                               |        |                                |                                                                                                                 |  |  |
|                                                 |          |                             |                        | 1,85      | 17,6        | 7,4        | 14,5      |                     |                 |                               | 7,5   |                     |                               |        |                                |                                                                                                                 |  |  |
|                                                 |          | 2-12                        |                        | 2,90      | 15,1        | 10,8       | 14,8      |                     |                 |                               | 7,5   |                     |                               |        |                                |                                                                                                                 |  |  |
|                                                 |          | 23-33                       |                        | 2,15      | 13,2        | 4,0        | 13,5      |                     |                 |                               | 7,4   |                     |                               |        |                                |                                                                                                                 |  |  |
|                                                 |          | 40-50                       |                        | 1,30      |             | 3,6        |           |                     |                 |                               | 7,4   |                     |                               |        |                                |                                                                                                                 |  |  |
|                                                 |          | 80-90                       |                        | 1,85      | 14,4        |            | 18,3      |                     |                 |                               |       |                     |                               |        |                                |                                                                                                                 |  |  |
|                                                 |          | 110-120                     |                        | 1,95      |             |            |           |                     |                 |                               |       |                     |                               |        |                                |                                                                                                                 |  |  |
|                                                 |          | 130-140                     |                        | 4,35      | 19,0        |            | 14,8      |                     |                 |                               |       |                     |                               |        |                                |                                                                                                                 |  |  |
| 142-150                                         |          | 3,90                        |                        |           |             |            |           |                     |                 |                               |       |                     |                               |        |                                |                                                                                                                 |  |  |
| 150-160                                         |          | 3,90                        |                        |           |             |            |           |                     |                 |                               |       |                     |                               |        |                                |                                                                                                                 |  |  |
| 170-180                                         |          | 2,45                        | 7,6                    |           |             |            |           |                     |                 |                               |       |                     |                               |        |                                |                                                                                                                 |  |  |
| 190-200                                         |          | 0,30                        |                        |           |             |            |           |                     |                 |                               |       |                     |                               |        |                                |                                                                                                                 |  |  |

Продолжение таблицы 1

| Местоположение                                | Мете. разр. | Глубина взятия образца в см | Гидроскопическая вода | Гумус в % | Азот         |           | Фосфор              |      | Калий обменный* | Поглощенные основания в мэкв* |       | pH водной суспензии | Механические фракции (мм) в % |                                                                                                                               | Потеря карбонатов от обработки HCl | Характер долины. Почва. Угодье |
|-----------------------------------------------|-------------|-----------------------------|-----------------------|-----------|--------------|-----------|---------------------|------|-----------------|-------------------------------|-------|---------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
|                                               |             |                             |                       |           | гидролиземый | подвижный | в м2 на 100 г почвы | Са   |                 | сумма                         | <0,01 |                     | <0,001                        |                                                                                                                               |                                    |                                |
|                                               |             |                             |                       |           |              |           |                     |      |                 |                               |       |                     |                               |                                                                                                                               |                                    |                                |
| В 0,5 км к ЮВ от д. Тимерчи Арского района    | 9           | 3-13                        | 2,59                  | 2,45      | 20,0         | 5,6       | 9,1                 | 12,7 | 14,9            | 7,5                           | 34,6  | 15,3                |                               | Среднее течение. Левый берег. Центральнo-прирусловая пойма. Почва слоисто-луговая на перегнойно-торфянисто-глиево-Пастбище    |                                    |                                |
|                                               |             | 30-40                       | 2,53                  | 1,75      |              |           | 5,7                 | 9,9  | 17,3            | 7,4                           | 38,5  | 13,4                |                               |                                                                                                                               |                                    |                                |
|                                               |             | 40-50                       |                       | 1,90      | 16,3         |           | 6,1                 | 18,9 | 34,6            | 7,4                           | 28,3  | 8,0                 |                               |                                                                                                                               |                                    |                                |
|                                               |             | 65-75                       | 4,32                  | 5,00      |              |           | 7,9                 | 28,8 | 49,6            | 7,4                           | 28,0  | 15,0                |                               |                                                                                                                               |                                    |                                |
|                                               |             | 80-90                       | 13,0                  | 27,9      |              |           |                     |      |                 | 6,9                           |       |                     |                               |                                                                                                                               |                                    |                                |
|                                               |             | 100-110                     |                       | 31,1      | 5,71         |           |                     |      |                 | 6,9                           |       |                     |                               |                                                                                                                               |                                    |                                |
|                                               |             | 120-130                     |                       | 6,40      |              |           | 2,5                 |      |                 | 6,9                           |       |                     |                               |                                                                                                                               |                                    |                                |
|                                               |             | 140-150                     |                       | 7,50      | 13,8         |           | 11,0                |      |                 | 5,5                           |       |                     |                               |                                                                                                                               |                                    |                                |
|                                               |             | 150-160                     |                       | 6,50      |              |           |                     |      |                 | 6,3                           |       |                     |                               |                                                                                                                               |                                    |                                |
|                                               |             | 170-180                     |                       | 4,30      | 6,9          |           | 18,9                |      |                 | 6,3                           |       |                     |                               |                                                                                                                               |                                    |                                |
| В 0,5 км к сев. от д. Казылино Арского района | 18          | 3-11                        |                       | 3,86      | 18,1         |           | 10,0                |      |                 |                               |       |                     |                               | Верховье. Правый берег. При-терасно-прирусловая пойма. Почва перегнойно-торфяная                                              |                                    |                                |
|                                               |             | 11-20                       |                       | 60,7      | 64,0         |           | 6,1                 |      |                 |                               |       |                     |                               |                                                                                                                               |                                    |                                |
|                                               |             | 30-40                       |                       | 82,6      | 27,7         |           | 4,6                 |      |                 |                               |       |                     |                               |                                                                                                                               |                                    |                                |
| В 2,5 км к ЮЗ от д. Сауш Сабинского района    | 35          | 75-85                       |                       | 89,3      |              |           | 5,7                 |      |                 |                               |       |                     |                               | Среднее течение. Лев. берег. Центральнo-прирусловая пойма. Почва зернисто-слоисто-луговая на черноземо-видной почве. Пастбище |                                    |                                |
|                                               |             | 100-110                     |                       | 85,9      | 39,0         |           |                     |      |                 |                               |       |                     |                               |                                                                                                                               |                                    |                                |
|                                               |             |                             |                       |           |              |           |                     |      |                 |                               |       |                     |                               |                                                                                                                               |                                    |                                |
|                                               |             |                             |                       |           |              |           |                     |      |                 |                               |       |                     |                               |                                                                                                                               |                                    |                                |
|                                               |             |                             |                       |           |              |           |                     |      |                 |                               |       |                     |                               |                                                                                                                               |                                    |                                |
|                                               |             |                             |                       |           |              |           |                     |      |                 |                               |       |                     |                               |                                                                                                                               |                                    |                                |
|                                               |             |                             |                       |           |              |           |                     |      |                 |                               |       |                     |                               |                                                                                                                               |                                    |                                |
| Рекa Мёша                                     |             |                             |                       |           |              |           |                     |      |                 |                               |       |                     |                               |                                                                                                                               |                                    |                                |
|                                               |             | 3-13                        | 4,71                  | 13,2      | 4,5          | 12,9      | 24,2                | 43,3 | 7,3             |                               |       |                     |                               | Среднее течение. Лев. берег. Центральнo-прирусловая пойма. Почва зернисто-слоисто-луговая на черноземо-видной почве. Пастбище |                                    |                                |
|                                               |             | 15-25                       | 3,49                  | 12,8      | 3,5          | 12,9      | 20,3                | 36,0 | 7,2             |                               |       |                     |                               |                                                                                                                               |                                    |                                |
|                                               |             | 35-45                       | 8,01                  | 14,4      |              | 14,0      |                     |      | 7,0             |                               |       |                     |                               |                                                                                                                               |                                    |                                |
|                                               |             | 55-65                       | 3,62                  | 11,0      | 7,8          | 6,9       | 25,4                | 43,4 | 6,9             |                               |       |                     |                               |                                                                                                                               |                                    |                                |
|                                               |             | 70-80                       | 1,13                  |           |              | 11,7      | 17,0                | 31,9 | 6,8             |                               |       |                     |                               |                                                                                                                               |                                    |                                |
|                                               |             | 90-100                      | 0,61                  | 8,7       |              |           |                     |      | 6,8             |                               |       |                     |                               |                                                                                                                               |                                    |                                |
|                                               |             | 120-130                     | 0,40                  |           |              | 15,0      |                     |      | 6,8             |                               |       |                     |                               |                                                                                                                               |                                    |                                |

Продолжение таблицы 1

| Местоположение                                    | № разр. | Глубина взятия образца в см | Литроскопическая вода | Гумус в % | Азот        |         |           | Фосфор |       | Калий обменный* |        | Поглощенные основания в экв* |      | pH водной суспензии | Механические фракции (мм) в % |  | Потери карбонатов от обработки HCl                                                                 | Характер долин. Почва. Угодье                                                                          |  |
|---------------------------------------------------|---------|-----------------------------|-----------------------|-----------|-------------|---------|-----------|--------|-------|-----------------|--------|------------------------------|------|---------------------|-------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|                                                   |         |                             |                       |           | гидролизный | аминный | подвижный | Са     | сумма | <0,01           | <0,001 |                              |      |                     |                               |  |                                                                                                    |                                                                                                        |  |
|                                                   |         |                             |                       |           |             |         |           |        |       |                 |        |                              |      |                     |                               |  |                                                                                                    |                                                                                                        |  |
|                                                   |         |                             |                       |           |             |         |           |        |       |                 |        |                              |      |                     |                               |  |                                                                                                    |                                                                                                        |  |
| Река Шешма                                        |         |                             |                       |           |             |         |           |        |       |                 |        |                              |      |                     |                               |  |                                                                                                    |                                                                                                        |  |
| В 1,5 км к югу от д. Тогашево                     | 47      | 3-13                        |                       | 56,0      | 17,7        |         |           |        |       | 10,7            |        |                              | 7,4  |                     |                               |  |                                                                                                    | Низовье. При-террасная пойма. Почва - торфянисто-глиеая                                                |  |
|                                                   |         | 25-35                       |                       | 62,4      |             |         |           |        |       | 11,0            |        |                              | 6,0  |                     |                               |  |                                                                                                    |                                                                                                        |  |
|                                                   |         | 40-50                       |                       | 3,14      | 10,2        |         |           |        |       | 12,0            |        |                              | 6,4  |                     |                               |  |                                                                                                    |                                                                                                        |  |
|                                                   |         | 60-70                       |                       | 2,27      |             |         |           |        |       | 14,0            |        |                              | 6,6  |                     |                               |  |                                                                                                    |                                                                                                        |  |
|                                                   |         | 75-85                       |                       | 1,03      | 11,1        |         |           |        |       |                 |        |                              | 6,6  |                     |                               |  |                                                                                                    |                                                                                                        |  |
|                                                   |         | 100-110                     |                       | 0,49      |             |         |           |        |       |                 |        |                              | 6,8  |                     |                               |  |                                                                                                    |                                                                                                        |  |
|                                                   |         | 130-140                     |                       | 0,19      |             |         |           |        | 16,4  |                 |        | 6,8                          |      |                     |                               |  |                                                                                                    |                                                                                                        |  |
| В 1,5 км к югу от д. Ленино Чистопольского района | 57      | 0-10                        |                       | 3,73      | 14,0        | 8,20    |           |        |       |                 |        |                              | 7,5  |                     |                               |  |                                                                                                    | Низовье. Левый берег. Делювиально-при-террасная часть поймы. Почва делювиально-слонисто-луговая. Пашня |  |
|                                                   |         | 15-25                       |                       | 3,20      | 12,8        | 7,80    |           |        |       |                 |        |                              | 7,1  |                     |                               |  |                                                                                                    |                                                                                                        |  |
|                                                   |         | 27-34                       |                       | 3,40      |             |         |           |        |       |                 |        |                              | 7,0  |                     |                               |  |                                                                                                    |                                                                                                        |  |
|                                                   |         | 38-46                       |                       | 3,52      |             |         |           |        |       |                 |        |                              | 6,9  |                     |                               |  |                                                                                                    |                                                                                                        |  |
|                                                   |         | 46-54                       |                       | 2,94      | 14,8        | 12,0    |           |        |       |                 |        |                              | 6,9  |                     |                               |  |                                                                                                    |                                                                                                        |  |
|                                                   |         | 60-70                       |                       | 2,56      |             |         |           |        |       |                 |        |                              | 6,9  |                     |                               |  |                                                                                                    |                                                                                                        |  |
|                                                   |         | 110-120                     |                       | 3,60      |             |         |           |        |       |                 |        |                              | 6,8  |                     |                               |  |                                                                                                    |                                                                                                        |  |
|                                                   |         | 150-160                     |                       | 5,85      | 11,2        | 10,8    |           |        |       |                 |        |                              | 6,8  |                     |                               |  |                                                                                                    |                                                                                                        |  |
|                                                   |         | 165-175                     |                       | 2,02      | 25,0        | 8,6     |           |        |       |                 |        |                              | 6,8  |                     |                               |  |                                                                                                    |                                                                                                        |  |
|                                                   |         |                             |                       |           |             |         |           |        |       |                 |        |                              |      |                     |                               |  |                                                                                                    |                                                                                                        |  |
| В 2 км к ЮВ от д. Ленино                          | 59      | 3-13                        | 4,35                  | 10,9      | 15,2        | 10,0    |           |        | 42,8  |                 |        | 6,7                          | 41,6 | 21,4                |                               |  | Низовье. Левый берег. Центральное - прирусловая часть поймы. Почва - вышеложенный чернозем. Залежь |                                                                                                        |  |
|                                                   |         | 30-40                       |                       | 8,32      | 35,4        | 4,60    |           |        |       |                 | 6,6    |                              |      |                     |                               |  |                                                                                                    |                                                                                                        |  |
|                                                   |         | 60-70                       |                       | 6,24      |             |         |           |        |       |                 | 6,8    |                              |      |                     |                               |  |                                                                                                    |                                                                                                        |  |
|                                                   |         | 80-90                       | 3,75                  | 2,24      | 17,6        | 4,25    |           |        | 31,4  |                 | 7,1    | 44,0                         | 40,5 |                     |                               |  |                                                                                                    |                                                                                                        |  |
|                                                   |         | 103-113                     |                       | 0,75      |             |         |           |        |       |                 | 7,1    |                              |      |                     |                               |  |                                                                                                    |                                                                                                        |  |
|                                                   |         | 127-137                     |                       | 0,34      | 4,20        | 6,85    |           |        |       |                 | 7,4    |                              |      |                     |                               |  |                                                                                                    |                                                                                                        |  |

Продолжение таблицы 1

| Местоположение разр.                                             | № № | Глубина<br>взятия<br>образца<br>в см | Литроскопичес-<br>кая вода | Гумус в % | Азот                    |                     |                | Фосфор              |      | Калий<br>обмен-<br>ный* |       | Поглощенные<br>основания<br>в мэкв.* |      | pH водной су-<br>спензии | Механические<br>фракции (мм)<br>в % |                                                                                                                                          | Потеря карбона-<br>тов от обработки<br>HCl | Характер доли-<br>ны. Почва.<br>Угодье |  |      |      |     |  |
|------------------------------------------------------------------|-----|--------------------------------------|----------------------------|-----------|-------------------------|---------------------|----------------|---------------------|------|-------------------------|-------|--------------------------------------|------|--------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------|--|------|------|-----|--|
|                                                                  |     |                                      |                            |           | гидро-<br>лизую-<br>щий | в мг на 100 г почвы | под-<br>вижный | в мг на 100 г почвы | Ca   | сумма                   | <0,01 | <0,001                               |      |                          |                                     |                                                                                                                                          |                                            |                                        |  |      |      |     |  |
|                                                                  |     |                                      |                            |           |                         |                     |                |                     |      |                         |       |                                      |      |                          |                                     |                                                                                                                                          |                                            |                                        |  |      |      |     |  |
| В 2,5 км к ЮВ от<br>д. Ленино                                    | 61  | 3-13                                 | 3,32                       | 5,85      | 13,6                    |                     |                |                     | 44,6 | 7,1                     |       | 62,0                                 | 33,7 |                          |                                     | То же. Почва —<br>зернисто-луговая<br>на черноземе.<br>Пастбище.                                                                         |                                            |                                        |  |      |      |     |  |
|                                                                  |     | 22-32                                | 6,24                       | 8,96      | 12,8                    |                     |                |                     | 47,5 | 6,9                     |       | 66,4                                 | 32,3 |                          |                                     |                                                                                                                                          |                                            |                                        |  |      |      |     |  |
|                                                                  |     | 52-62                                | 3,35                       | 6,60      | 13,6                    |                     |                |                     |      | 6,8                     |       |                                      |      |                          |                                     |                                                                                                                                          |                                            |                                        |  |      |      |     |  |
| В 0,5 км к сев.<br>от д. Большо-<br>вик                          | 65  | 3-13                                 | 4,04                       | 12,4      | 14,6                    | 5,60                |                |                     | 51,9 | 6,8                     |       | 43,4                                 | 18,4 |                          |                                     | Среднее тече-<br>ние. Левый бе-<br>рег. Централь-<br>но-прирусовая пой-<br>ма. Почва — лу-<br>говой чернозем.<br>Сенокосное уго-<br>дье. |                                            |                                        |  |      |      |     |  |
|                                                                  |     | 30-40                                |                            | 8,73      | 12,8                    | 7,80                |                |                     |      |                         |       |                                      |      |                          |                                     |                                                                                                                                          |                                            | 6,9                                    |  |      |      |     |  |
|                                                                  |     | 55-65                                |                            | 5,33      |                         |                     |                |                     |      |                         |       |                                      |      |                          |                                     |                                                                                                                                          |                                            | 6,8                                    |  |      |      |     |  |
|                                                                  |     | 70-80                                | 1,13                       | 1,81      | 11,0                    | 6,65                |                |                     |      |                         |       |                                      |      |                          |                                     |                                                                                                                                          |                                            | 6,8                                    |  | 46,5 | 21,2 |     |  |
|                                                                  |     | 90-100                               |                            | 0,20      |                         |                     |                |                     |      |                         |       |                                      |      |                          |                                     |                                                                                                                                          |                                            | 7,2                                    |  | 28,7 | 19,7 |     |  |
|                                                                  |     | 125-155                              | 2,05                       | 0,32      | 7,0                     | 5,10                | 7,2            |                     |      |                         |       |                                      |      |                          |                                     |                                                                                                                                          |                                            |                                        |  |      |      |     |  |
|                                                                  |     | 152-162                              |                            | 0,20      | 5,15                    | 6,50                | 7,2            |                     |      |                         |       |                                      |      |                          |                                     |                                                                                                                                          |                                            |                                        |  |      |      |     |  |
| В 1 км к ЮВ от<br>д. Ниж. Кармал-<br>ки Черемшан-<br>ского р-она | 71  | 3-13                                 | 3,30                       | 5,33      | 9,00                    | 12,5                |                |                     | 36,5 | 7,4                     |       | 57,9                                 | 28,2 | 12,4                     |                                     | Верховье. Цен-<br>трально-приру-<br>совая пойма.<br>Почва зернисто-<br>луговая на темно-<br>цветной глеева-<br>той. Пастбище.            |                                            |                                        |  |      |      |     |  |
|                                                                  |     | 30-40                                |                            | 5,30      | 13,4                    | 10,5                |                |                     |      |                         |       |                                      |      |                          |                                     |                                                                                                                                          |                                            | 7,4                                    |  |      |      |     |  |
|                                                                  |     | 41-51                                | 6,04                       | 5,23      |                         |                     |                |                     |      |                         |       |                                      |      |                          |                                     |                                                                                                                                          |                                            | 7,4                                    |  | 54,0 | 33,1 | 8,0 |  |
|                                                                  |     | 70-80                                |                            | 4,30      |                         | 9,50                |                |                     |      |                         |       |                                      |      |                          |                                     |                                                                                                                                          |                                            | 6,7                                    |  |      |      |     |  |
|                                                                  |     | 110-120                              |                            | 3,40      |                         |                     |                |                     |      |                         |       |                                      |      |                          |                                     |                                                                                                                                          |                                            | 7,6                                    |  |      |      |     |  |

Река Ик

| Местоположение                                | №№ разр. | Глубина взятия образца в см                                    | Литроскопиче-ская вода                               | Гумус в %    | Азот                                                 |                                               | Фосфор                                               | Калий обмен-ный *                                    |                                                   | Поглощенные основания в мг/кг *                                                                                        |        | pH водной суспензии | Механические фракции (мм) в % |                                                          | Потеря карбона-тов от обработки HCl | Характер до-лин. Почва. Уголь |
|-----------------------------------------------|----------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
|                                               |          |                                                                |                                                      |              | гидро-лизе-мый                                       | под-ви-жный                                   | в мг на 100 г почвы                                  | Са                                                   | сумма                                             | <0,01                                                                                                                  | <0,001 |                     |                               |                                                          |                                     |                               |
|                                               |          |                                                                |                                                      |              |                                                      |                                               |                                                      |                                                      |                                                   |                                                                                                                        |        |                     |                               |                                                          |                                     |                               |
| В 1 км к сев. от д. Н. Шалты Бавлинского р-на |          | 75-85<br>107-117                                               | 5,84                                                 | 4,26<br>5,99 | 0,50                                                 | 12,5                                          | 14,7                                                 | 27,5                                                 | 37,8                                              | 7,0<br>7,6                                                                                                             | 29,3   | 9,72                | 18,6                          | ва — зернисто-слоисто - луговая на темноцветной. Целина. |                                     |                               |
|                                               | 128      | 3-13<br>13-23<br>35-45<br>70-80<br>84-94<br>115-125<br>129-136 | 6,40<br>5,40<br>3,69<br>1,81<br>9,91<br>4,96<br>2,35 | 13,5<br>12,2 | 2,48<br>2,32<br>1,68<br>1,62<br>1,60<br>1,68<br>1,44 | 7,4<br>7,4<br>7,5<br>7,4<br>6,9<br>6,9<br>7,4 | 49,5<br>38,9<br>41,9<br>37,0<br>44,8<br>44,3<br>48,4 | 21,2<br>23,5<br>19,7<br>24,5<br>26,0<br>42,1<br>44,2 | 13,0<br>13,2<br>19,7<br>7,7<br>9,9<br>8,7<br>11,5 | Верховье. Пра-вый берег. Цен-трально - прирус-ловая пойма. Поч-ва — зернисто-слоисто - луговая на черноземе. Пастбище. |        |                     |                               |                                                          |                                     |                               |

\* Поглощенные основания в карбонатных почвах определялись по Шмуклу, а в некарбонатных — по Гедрицу с титрованием Три-  
лоном Б. Подвижная фосфорная кислота определялась в карбонатных почвах по Мачигину, а некарбонатных — по Труага. Обмен-  
ный калий — на пламенном фотометре.

лями плодородия (разр. 35). Поэтому с целью укрепления береговой зоны от денудации и ослабления аллювиального процесса требуется сохранить имеющиеся лесные массивы, организовать посадку леса на прилегающих к долине склонах, особенно предовражно-балочной части, регулировать течение реки путем посадки леса или кустарников в пойме, умело выкорчевывать имеющиеся кустарники поймы с учетом направления и скорости течения реки и характера береговой зоны.

Геологическое строение береговой зоны и прилегающих к долине водоразделов. Не менее важную роль, чем другие факторы, играет геологическое строение береговой зоны и прилегающих к долине водоразделов в формировании пойменной террасы и пойменных почв. Особенно существенное влияние на характер формирования почв поймы оказывает насыщенность геологических отложений карбонатами кальция, магния и другими солями. В зависимости от этого будут формироваться почвы слабокислой (разр. 65), нейтральной или слабощелочной реакцией (разр. 71, 90, 128). В пределах Волжско-Камского бассейна широкое распространение имеют высококарбонатные пермские, местами меловые, юрские и третичные отложения. В образовании почв водоразделов больше всего принимают участие продукты распада и переотложения пермских отложений, четвертичные лессовидные суглинки и глины, в различной степени насыщенные карбонатами кальция [6, 12]. В зависимости от физико-географических условий того или иного района они в настоящее время по-разному выщелочены от карбонатов. Особенно сильно выщелоченными от карбонатов являются четвертичные отложения Предкамья и северной части Предволжья [6, 8, 9]. Известняки или известковистые коренные породы и карбонатные четвертичные отложения сохранились лишь в виде отдельных островков. Но, тем не менее, процесс выщелачивания пород продолжается и в настоящее время. Об этом свидетельствует наличие в речных долинах указанных районов почв тогм, насыщенных карбонатом кальция. Почти все почвенные разности поймы рек Казанки и Мешки вокипают от соляной кислоты с поверхности, между тем погребенные почвы не вскипают. Это говорит о том, что когда-то окружающая территория, прежде всего, береговая зона указанных рек, находилась под покровом леса. Денудационный процесс не был так сильно развит, как в настоящее время. Речная долина тогда не принимала столько карбонатных взвешенных частиц и растворенных веществ в стоковых водах с окружающей территории. Поэтому тогда речные долины были заняты почвами болотного ряда, совершенно ненасыщенными карбонатами кальция. По мере усиления денудационного процесса на прилегающих к долине водоразделах, а также вдоль всей береговой зоны, возникали условия для формирования аллювиальных карбонатных почв поймы. Особенно эта картина ясно обрисовывается в той речной долине, где в сильной степени сокращен лес на прилегающих водоразделах (р. Казанка). А в той речной долине, где лес на береговой зоне более или менее сохранился, карбонатизация пойменных почв выражена в меньшей степени (р. Меша). В речных долинах Закамья, вследствие широкого распространения карбонатных пермских пород [10], формирование почв поймы протекает при значительном насыщении их карбонатами (р. Шешма) и нередко сульфатами (рр. Ик, Б. Черемшан). Засоленность почв пойм обусловлена выщелачиванием некоторых карбонатно-гипсоносных отложений пермского, мелового, юрского, третичного и отчасти четвертичного возрастов. Так как эти отложения распространены на прилегающих к долине водоразделах и в речных долинах в виде отдельных пятен, то, очевидно, влияние их на характер формирования почв поймы происходит не повсеместно. Поэтому засоленные почвы в пойме встречаются отдельными пятнами (рр. Ик,

Б. Черемшан). Таким образом, качественный состав геологических отложений на прилегающих к долине территориях, в зависимости от их обле-сенности, оказывает заметное влияние на особенности формирования пойменных почв в каждой речной долине. Не обращать внимания на этот фактор в отдельных участках долины никак нельзя, ибо от качественного состава коренных геологических пород зависит степень плодородия той или иной разности почвы в пойме.

Хозяйственная деятельность человека. В формировании почв поймы деятельность человека может быть охарактеризована двояко, как в прямом, так и в косвенном смысле. В первом случае он более или менее сознательно стремится регулировать течение реки путем соответствующих гидротехнических сооружений или же посадки леса на пойме. Однако такие мероприятия все же ограничены по своему масштабу. Поэтому хозяйственная деятельность человека направлена больше всего на удовлетворение своей потребности без учета последствий тех или иных мероприятий, что приводит потом к нежелательным результатам. Так, например, на береговой зоне уничтожается лес, начинается пастьба скота или же при наличии удобных участков почва обрабатывается. Вследствие таких, на первый взгляд, выгодных для человека мероприятий, на прилегающих к долине склонах водораздела начинается геологический процесс, постепенно приводящий к полному уничтожению плодороднейших пахотных земель водоразделов и постоянному изменению от аллювиального наноса почв пойм, являющихся прекрасными сенокосными и пастбищными угодьями. Поэтому требуется проводить большую разъяснительную работу среди населения сельской местности об охране лесных массивов в береговой зоне и посадке леса на пойме там, где нет кустарников. Имеющиеся на пойме кустарники должны быть сохранены или сокращены путем частичной выкарчевки с учетом направления течения реки. Ни в коем случае нельзя выкарчевывать их сплошным способом без учета характера речной долины и особенностей почвенного покрова поймы.

Деятельность человека сказывается также в формировании почв поймы в результате постоянной бессменной пастьбы скота на пойме. Пойма при этом совершенно видоизменяется: появляются вредные в травостое виды растений, изменяется рельеф поймы от возникновения различного рода промоин в приустьевой части и др. Поэтому, наряду с вышеуказанными мероприятиями необходимо также обращать внимание на правильную пастьбу скота на пойме с одновременным внесением соответствующих удобрений и подсева культурных растений. Требуется также укрепить береговую приустьевую часть поймы особенно на изгибах реки, где во время весеннего половодья образуются сквозные промоины данного сегмента поймы.

Из краткого изложения видно, что формирование почвы пойм протекает при сложном сочетании всех факторов почвообразования в речной долине, обусловленных довольно резким преломлением по своей выраженности и интенсивности общих зональных физико-географических условий. Мы здесь коснулись лишь некоторых местных факторов почвообразования, наиболее характерных для речной долины. При этом не характеризовали условия рельефа и климатического фактора, которые, безусловно, также оказывают существенное влияние на формирование пойм и пойменных почв.

Тем не менее, приведенные выше данные говорят о том, что почвообразование в долинах рек протекает при специфических условиях. Поэтому при разработке тех или иных практических мероприятий необходимо обратить внимание на генетические особенности почв каждой речной долины.

## ЛИТЕРАТУРА

- Бердыклычев К., Бурдыгина В. С. О влиянии древесных растений на уровень грунтовых вод. Изв. АН Туркм. ССР, серия биол. наук, 1964, № 1.
- Варлыгин И. Я., Зонн С. В., Мина В. Н. Водный режим почв под лесами и полезными насаждениями в степи. Труды ин-та леса АН СССР, т. 12, 1953.
- Воронков П. П. и Соколова О. К. Влияние облесенности водосбора на минерализацию воды и величину нонного стока. Труды ГГИ, вып. 37 (91), 1953.
- Воронков П. П., Соколова О. К. Влияние облесенности водосбора на величину нонного стока. Докл. АН СССР, 81, № 4, 1951.
- Высоцкий Г. Н. О гидрологическом и метеорологическом влиянии лесов. М. Гос. лес. бум. изд., 1952.
- Дуглав В. А. Прикамский правобережный район с ландшафтом береговых гэр. Кн. «Физико-географическое районирование Среднего Поволжья». Изд. КГУ, 1964.
- Почвы Татарии под ред. проф. М. А. Винокурова. Изд. КГУ, 1962.
- Ступишин А. В. Северо-Камский равнинно-возвышенный район с елово-пихтовыми и сосновыми лесами. Кн. «Физико-географическое районирование Ср. Поволжья». Изд. КГУ, 1964.
- Ступишин А. В. Вятский водораздельно-возвышенный район с останцовыми массивами елово-пихтовых лесов. Изд. КГУ, 1964.
- Трофимов А. М. Зай-Шешминский лесостепной возвышенно-равнинный район. Изд. КГУ, 1964.
- Фаткуллин А. Ш. Сравнительная характеристика почв поймы малых рек Предкамья Татарии. Изд. КГУ, 1965. Сб. «Вопросы генезиса и крупномасштабного картирования почв».
- Фаткуллин А. Ш. Черноземы Бугульминского сырта. Уч. зап. КГУ, т. 116, кн. 9. Почвоведение, 1956.
- Фаткуллин А. Ш. Жир һәм туфрак. Изд. КГУ, 1965.

*А. Ш. Фаткуллин*

## **ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КРУПНОКОЧКАРНЫХ БОЛОТНОСОЛОНЧАКОВЫХ ПОЧВ ПОЙМЫ р. Б. ЧЕРЕМШАНА**

Из луговых и болотных почв поймы р. Б. Черемшана по своим особенностям формирования большой интерес представляют своеобразные крупнокочкарные солончаковые почвы. Значительную площадь они занимают на правобережной пойме, примерно в среднем течении реки в окрестности д. Черемшана. Общая ширина поймы здесь достигает 2—2,5 км, в том числе на правом берегу она равна 1—1,5 км. По-видимому, в образовании описываемых почв существенную роль все же играет асимметричность речной долины. Так, правый коренной берег представлен покатым, местами обрывистым склоном, а левый — пологим. Правобережный склон расчленен короткими оврагами, балками и логами с образованием бугристых выступов и увалов. Этот склон небольшим уступом примыкает к притеррасной части поймы. Последняя представляет плоскую слабокочкарную пониженную равнину, которая в виде полосы тянется вдоль всего коренного берега. По направлению к реке она постепенно переходит в центральную, а затем прирусловую крупнокочкарную пойму. Высота кочек недалеко от притеррасья равна 30—40 см, а ширина — 50—70 см. Между кочками водотоки-каналы имеют ширину до 15—20 см. Кочки везде хорошо задернованы, лишь иногда выступает темновато-серовато-бурая масса с «плесенью» солей. Между кочками тоже выражена задернованность. Пойма используется как пастбищное угодье, вследствие чего между кочками местами нет растительности: выступает иловато-перегнойный горизонт. Непосредственно в прирусловой части поймы кочки крупные столообразные, высотой 40—50 см, а шириной 1,5—2 м. Между кочками каналы до 30—50 см. Обычно кочки имеют форму неправильной окружности, четырехугольника и полиганали. Поверхность их — неровная, часто бугристая от наличия 3—4 выступов, между которыми имеются канавки шириной и глубиной до 10—15 см. Общая ширина крупнокочкарной поймы здесь превышает 100 м; протяженность ее вдоль реки в виде полосы около 0,5 км. С целью выяснения генетических особенностей кочкарных болотно-солончаковых почв поймы р. Б. Черемшана были заложены два разреза на правом берегу (разр. 134, 135) и один разрез для сравнения на равной пойме левобережья (разр. 136). Разрезы на кочкарной пойме были заложены с таким расчетом, чтобы можно было описать строение кочки и промежутки между кочками. Для представления о строении данных почв приводим описание разр. 135а (кочки), заложеного в 1,5 км к СЗ от д. Черемшана и в 50 м от русла реки.

0—3 см, дерновый слой кочки. Высота кочки 45 см.

3—14 см, темно-бурый, непрочнокомковатой структуры, суглинистый, переплетен корнями растений, слабо уплотнен, переход книзу постепенный, вскипает.

14—28 см, почти такого же цвета, местами имеются белесоватые пятна, непрочнокомковатой структуры, свежий, суглинистый, переход ясный, вскипает.

28—39 см, светлый с белесоватыми языками, слоистый, увлажнен, суглинистый, есть корни растений, переход резкий, вскипает.

39—60 см, палево-бурый, слоеватый, увлажнен, слабо уплотнен, переход постепенный, суглинистый, вскипает.

60—74 см, пепельно-серый, слоеватый, белые слои чередуются с черными прослойками, плотный, мерзлотный, имеются кристаллики льда, вскипает, переход постепенный.

74—82 см, темнее предыдущего, слоеватый, уплотнен, имеются известковые конкреции размером до 3—4 мм, влажный, вскипает, переход ясный.

82—105 см, темновато-бурый, слоеватый, суглинистый, слабо уплотнен, имеются известковые конкреции, вскипает, переход постепенный.

105—140 см, светлее предыдущего, слоеватый, слабо уплотнен, мокрый, имеются известковые конкреции, суглинистый, переход постепенный.

140 см и ниже, серый, бесструктурен, мокрый, сочится вода, уплотнен, суглинистый, вскипает.

Между кочками (б) почва имеет такое строение.

0—3 см, дернина между кочками.

3—15 см, темно-бурый, непрочнокомковатой структуры с белесоватой присыпкой, слабо уплотнен, свежий, суглинистый, вскипает, переход резкий.

15—25 см, черный, слоистый, слабо уплотнен, слабо увлажнен, суглинистый, имеются корни растений, вскипает, переход резкий.

25—48 см, палевый, слоеватый, плотноватый, увлажнен, имеются известковые конкреции, суглинистый, вскипает, переход ясный.

48—67 см, светло-бурый, слоеватый, плотноватый, влажный, много известковистых конкреций, суглинистый, вскипает, переход постепенный.

67—94 см, светлее предыдущего, слоеватый, уплотнен, суглинистый, мокрый, есть известковые конкреции, с 94 см уже вода. Вода поднялась с глубины 140 см до 94 см.

Таким образом, описание разр. 135 показывает строение крупнокочкарной болотно-солончаковой с мерзлотным слоем (в июне месяце) почвы. По мере приближения к притеррасовой части она несколько изменяется.

Разр. 134, заложенный в 350 м от русла реки, уже представляет такое строение.

Описание разреза кочки (а).

0—3 см, дерновый слой кочки. Высота кочки 37 см.

3—15 см, темно-бурый, непрочнокомковатой структуры, суглинистый, переплетен корнями растений, слой уплотнен, заметно вскипает от HCl.

15—28 см, светлее предыдущего горизонта с ясно выраженной слоеватой структурой, суглинистый, рыхлый, свежий, наблюдаются белесоватые присыпки на поверхности структурных отдельностей, вскипает.

28—41 см, темно-бурый горизонт с белесоватой присыпкой, переход книзу резкий.

41—68 см, неравномерно окрашенный с преобладанием белесоватости, бесструктурный, влажный, суглинистый, вскипает, переход книзу резкий.

68—94 см, палевый, бесструктурный, слабо уплотнен, суглинистый, мокрый, переход книзу постепенный.

94—117 см, светлее предыдущего горизонта, местами выделяются сизоватые и белесоватые оттенки, встречаются камни, вскипает, с 117 см появляется вода.

Между кочками (б) почва имеет такое строение.

0—3 см, дерновый слой между кочками.

3—9 см, темно-бурый, почти черный, непрочнокомковатой структуры, с белесоватой присыпкой, вскипает.

9—21 см, почти такого же цвета с белесоватой присыпкой, вскипает.

21—39 см, серый, с белесоватой присыпкой, слабо уплотнен, сильно увлажнен, вскипает.

39—56 см, светлее предыдущего горизонта, книзу темнее, с белесоватой присыпкой, сильно увлажнен, вскипает.

56—72 см, темно-бурый, суглинистый, сильно увлажнен, вскипает.

72—85 см, палевый, суглинистый, вскипает. Вода поднялась от 117 см до 80 см.

Как видно из морфологического описания приведенного разр. 134, почва ближе к притеррасной части пойм уже не имеет мерзлотного слоя, обнаруженного в предыдущем разрезе № 135. Отсутствие мерзлотного слоя в них, очевидно, обусловлено поднятием уровня грунтовых вод от накопления теплых стоковых вод с южных приводораздельных склонов и оставшихся от весеннего половодья. Наличие же мерзлотного слоя в почве прирусловой поймы (разр. 135), видимо, вызвано тем, что этот участок сравнительно долго находится в затопленном состоянии во время весеннего половодья, а после спада вод — под давлением речной воды. По-видимому, по этой причине за лето мерзлотный слой полностью не оттаивает или же оттаивает очень медленно — тает до конца летнего сезона. В результате этого в прирусловой пойме создаются условия для укрупнения кочек. Очевидно, этим же обусловлена интенсивность дернового процесса, вследствие чего, как видно из таблицы 1, содержание гумуса в кочке разр. 135-а достигает 10%, а в межкочке (б) не превышает 7%. В кочке же разр. 134 оно равно 8,9%, а в межкочке достигает 12%. В первом случае темный сильно гумусированный горизонт находится на глубине 14 см, а во втором — на глубине 28 см. Мощность гумусированного слоя в кочках равна 40 см, а между кочками 25—40 см. Различия их, установленное в морфологическом строении, в зависимости от местоположения до некоторой степени подтверждаются и данными водных вытяжек (табл. 1). Так, почвы кочек и межкочек содержат в верхнем горизонте водорастворимых веществ примерно от 1,56% до 1,72%. В составе водорастворимых веществ преобладают из катионов — кальций, а из анионов — сульфат-ион, значительно меньше  $\text{HCO}_3^-$  и  $\text{Cl}^-$ . В количественном выражении кальция в почвах, развитых ближе к притеррасной части, содержится меньше, а сульфат-иона — больше; в почвах же прирусловой части, наоборот, сульфат-иона содержится меньше, а кальция — больше. Изменение содержания их по профилю тоже происходит неодинаково; в первом случае, кальций книзу увеличивается,  $\text{SO}_4^{2-}$  — уменьшается, а во втором — кальций книзу тоже увеличивается, но слабее, чем в первом,  $\text{SO}_4^{2-}$  — изменяется неравномерно. Содержание хлор-иона изменяется во всех случаях в одних и тех же пределах.

Такое неодинаковое формирование почв поймы р. Б. Черемшана по солевому составу в пределах одного и того же участка долины, очевидно, объясняется особенностями строения речной долины, определяющими своеобразное сочетание факторов почвообразования. Сравнительно высокое содержание в составе водорастворимых веществ иона  $\text{SO}_4^{2-}$  в

Состав водорастворимых веществ лугово-болотно-солончаковых почв поймы р. Б. Черемшана

| Местоположение                                                                                  | № разреза | Горизонт в см | Глубина взятия образца | Температура в °C | Сухой остаток в % | Состав водорастворимых веществ         |                                        |                  |                           |                                        |                          |       |                                         | Характер долины. Угодье. Почва |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------|------------------------|------------------|-------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|------------------|---------------------------|----------------------------------------|--------------------------|-------|-----------------------------------------|--------------------------------|
|                                                                                                 |           |               |                        |                  |                   | CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup><br>м/эка | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup><br>м/эка | Ca + Mg<br>м/эка | Ca <sup>2+</sup><br>м/эка | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup><br>м/эка | Cl <sup>-</sup><br>м/эка | %     | Н <sub>2</sub> СО <sub>3</sub><br>м/эка |                                |
| В 2 км к зап. от д. Черемшана — Гатария и в 250 м к сев. от русла реки                          | 134а      | 3—15          | 3—13                   | 8,92             | 1,485             | нет                                    | 0,60                                   | 0,036            | 9,46                      | 0,303                                  | 6,55                     | 0,131 | 21,1                                    | 7,4                            |
|                                                                                                 |           | 15—28         | 15—25                  | 8,01             | 1,290             | »                                      | 0,68                                   | 0,041            | 8,44                      | 0,270                                  | 6,79                     | 0,136 | 18,0                                    | 7,3                            |
|                                                                                                 |           | 28—41         | 28—38                  | 9,55             | 1,216             | »                                      | 0,60                                   | 0,036            | 8,01                      | 0,256                                  | 6,79                     | 0,136 | 16,4                                    | 7,2                            |
|                                                                                                 |           | 41—68         | 50—60                  | 1,55             | 1,145             | »                                      | 0,36                                   | 0,022            | 7,57                      | 0,242                                  | 7,28                     | 0,145 | 16,0                                    | 7,3                            |
|                                                                                                 |           | 68—94         | 75—85                  | 1,30             | 1,137             | »                                      | 0,32                                   | 0,019            | 7,47                      | 0,239                                  | 7,13                     | 0,143 | 15,0                                    | 7,4                            |
| Разрез кочки                                                                                    | 134б      | 94—117        | 107—117                | 1,12             | 1,146             | »                                      | 0,32                                   | 0,019            | 7,67                      | 0,245                                  | 7,42                     | 0,148 | 16,1                                    | 7,5                            |
| Высота кочки — 37 см, а ширина 75 см                                                            | 134б      | 3—9           | 3—9                    | 12,4             | 1,720             | »                                      | 1,12                                   | 0,068            | 10,3                      | 0,330                                  | 6,31                     | 0,126 | 22,5                                    | 7,4                            |
|                                                                                                 |           | 9—21          | 10—20                  | 11,5             | 1,422             | »                                      | 0,80                                   | 0,049            | 9,36                      | 0,299                                  | 6,60                     | 0,132 | 20,2                                    | 7,3                            |
|                                                                                                 |           | 21—39         | 24—34                  | 6,19             | 1,165             | »                                      | 0,40                                   | 0,024            | 7,67                      | 0,245                                  | 6,94                     | 0,139 | 19,2                                    | 7,4                            |
|                                                                                                 |           | 39—56         | 40—50                  | 2,21             | 1,140             | »                                      | 0,36                                   | 0,022            | 7,71                      | 0,247                                  | 14,3                     | 0,286 | 16,2                                    | 7,3                            |
|                                                                                                 |           | 56—72         | 60—70                  | 6,01             | 1,300             | »                                      | 0,64                                   | 0,039            | 16,7                      | 0,536                                  | 15,1                     | 0,303 | 10,1                                    | 7,4                            |
| То же, разрез между кочками                                                                     | 134б      | 72—85         | 75—85                  | 0,85             | 1,170             | »                                      | 0,36                                   | 0,022            | 15,6                      | 0,498                                  | 13,4                     | 0,269 | 8,68                                    | 7,5                            |
|                                                                                                 |           | 3—14          | 3—14                   | 10,1             | 1,566             | »                                      | 0,80                                   | 0,049            | 19,1                      | 0,612                                  | 13,4                     | 0,269 | 11,0                                    | 7,4                            |
|                                                                                                 |           | 14—28         | 15—25                  | 11,0             | 1,380             | »                                      | 0,76                                   | 0,046            | 17,4                      | 0,557                                  | 13,9                     | 0,278 | 9,87                                    | 7,3                            |
|                                                                                                 |           | 28—39         | 28—34                  | 8,46             | 1,270             | »                                      | 0,64                                   | 0,039            | 16,5                      | 0,526                                  | 14,1                     | 0,281 | 12,1                                    | 7,4                            |
|                                                                                                 |           | 39—60         | 45—55                  | 3,73             | 1,236             | »                                      | 0,52                                   | 0,033            | 16,2                      | 0,519                                  | 14,8                     | 0,296 | 18,0                                    | 7,2                            |
| В 1,5 км к СЗ от д. Черемшана, в 50 м к сев. от русла реки. Разрез кочки. Высота кочки 34—45 см | 135а      | 3—14          | 3—14                   | 10,1             | 1,566             | »                                      | 0,80                                   | 0,049            | 19,1                      | 0,612                                  | 13,4                     | 0,269 | 11,0                                    | 7,4                            |
|                                                                                                 |           | 14—28         | 15—25                  | 11,0             | 1,380             | »                                      | 0,76                                   | 0,046            | 17,4                      | 0,557                                  | 13,9                     | 0,278 | 9,87                                    | 7,3                            |
|                                                                                                 |           | 28—39         | 28—34                  | 8,46             | 1,270             | »                                      | 0,64                                   | 0,039            | 16,5                      | 0,526                                  | 14,1                     | 0,281 | 12,1                                    | 7,4                            |
|                                                                                                 |           | 39—60         | 45—55                  | 3,73             | 1,236             | »                                      | 0,52                                   | 0,033            | 16,2                      | 0,519                                  | 14,8                     | 0,296 | 18,0                                    | 7,2                            |
|                                                                                                 |           | 60—72         | 60—70                  | 6,01             | 1,300             | »                                      | 0,64                                   | 0,039            | 16,7                      | 0,536                                  | 15,1                     | 0,303 | 10,1                                    | 7,4                            |

| Местоположение                                                                                  | № разреза | Горизонт в см | Глубина взятия образца | Глубина в % | Сухой остаток в % | Состав водорастворимых веществ           |                                          |                  |                             |                                          |                            |                     | Характер долины. Угодье. Почва                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------|------------------------|-------------|-------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|------------------|-----------------------------|------------------------------------------|----------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                 |           |               |                        |             |                   | CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup><br>м/экв % | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup><br>м/экв % | Ca+Mg<br>м/экв % | Ca <sup>2+</sup><br>м/экв % | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup><br>м/экв % | Cl <sup>-</sup><br>м/экв % | PH водной суспензии |                                                                         |
| В 1,5 км к СЗ от д. Черемшана, в 50 м к сев. от русла реки. Разрез конки. Высота конки 34—45 см | 135а      | 60—74         | 60—70                  | 1,64        | 1,235             | нет                                      | 0,360,022                                | 16,00,512        | 15,00,301                   | 9,4                                      | 0,450                      | 0,350,012           | 7,1 Правый берег, среднее течение, центральное-прирусловый поймы. Почва |
|                                                                                                 |           | 74—82         | 74—82                  | 1,55        | 1,240             | "                                        | 0,360,022                                | 15,90,508        | 14,90,299                   | 9,680,465                                | 0,310,011                  | 7,2                 | 7,2                                                                     |
|                                                                                                 |           | 82—105        | 90—100                 | 3,15        | 1,245             | "                                        | 0,440,027                                | 16,40,525        | 15,10,303                   | 9,720,467                                | 0,180,006                  | 7,3                 | 7,3                                                                     |
|                                                                                                 |           | 105—140       | 120—130                | 2,12        | 1,200             | "                                        | 0,400,024                                | 16,10,514        | 14,80,296                   | 9,150,440                                | 0,100,003                  | 7,2                 | 7,2                                                                     |
|                                                                                                 |           | 140—150       | 140—150                | 1,73        | 1,203             | "                                        | 0,400,024                                | 15,70,508        | 14,70,282                   | 9,040,434                                | 0,140,005                  | 7,2                 | 7,2                                                                     |
| То же, разрез                                                                                   | 135б      | 3—15          | 3—13                   | 7,28        | 1,430             | "                                        | 0,680,041                                | 19,40,622        | 15,10,302                   | 19,10,916                                | 0,140,005                  | 7,4                 | 7,4                                                                     |
|                                                                                                 |           | 15—25         | 15—25                  | 10,3        | 1,400             | "                                        | 0,760,046                                | 19,10,612        | 15,60,307                   | 19,80,949                                | 0,180,006                  | 7,3                 | 7,3                                                                     |
|                                                                                                 |           | 25—48         | 30—40                  | 1,64        | 1,186             | "                                        | 0,400,024                                | 16,90,542        | 15,00,320                   | 16,50,795                                | 0,180,006                  | 7,4                 | 7,4                                                                     |
|                                                                                                 |           | 48—67         | 50—60                  | 1,88        | 1,260             | "                                        | 0,480,029                                | 17,00,545        | 15,90,318                   | 16,10,775                                | 0,200,007                  | 7,3                 | 7,3                                                                     |
|                                                                                                 |           | 67—94         | 75—85                  | 0,97        | 1,240             | "                                        | 0,400,024                                | 17,00,545        | 16,10,322                   | 16,10,773                                | 0,200,007                  | 7,3                 | 7,3                                                                     |
| В 0,5 км к югу от д. Черемшана. Разрезина                                                       | 136       | 3—22          | 3—13                   | 5,64        | 1,336             | "                                        | 0,560,034                                | 10,2             | 0,326                       | 6,760,135                                | 1,730,060                  | 7,4                 | 7,4                                                                     |
|                                                                                                 |           | 22—38         | 25—35                  | 2,09        | 1,025             | "                                        | 0,560,034                                | 6,450,206        | 3,950,079                   | 14,00,674                                | 1,580,055                  | 7,3                 | 7,3                                                                     |
|                                                                                                 |           | 38—50         | 40—50                  | 3,91        | 2,280             | "                                        | 0,600,036                                | 15,9             | 0,509                       | 10,7                                     | 0,214                      | 28,81,385           | 7,4                                                                     |
|                                                                                                 |           | 50—76         | 60—70                  | 3,27        | 1,765             | "                                        | 0,480,029                                | 14,9             | 0,476                       | 11,0                                     | 0,220                      | 25,41,222           | 7,4                                                                     |
|                                                                                                 |           | 76—105        | 80—90                  | 12,6        | 2,870             | "                                        | 0,560,034                                | 19,9             | 0,636                       | 11,7                                     | 0,235                      | 36,31,745           | 7,3                                                                     |
|                                                                                                 |           | 105—124       | 113—124                | 7,53        | 1,598             | "                                        | 0,400,024                                | 17,3             | 0,552                       | 13,3                                     | 0,266                      | 20,60,991           | 7,5                                                                     |

почвах притеррасья, видимо, обусловлено накоплением засоленных стоковых вод (табл. 2). Об этом же свидетельствует максимальное содержание  $\text{SO}_4^{2-}$  иона в верхнем горизонте почвы с последующим уменьшением его книзу. Это показывает, что засоление почвы здесь связано поверхностно-стоковыми водами со склонов водораздела. Крупнокочкарные же почвы в прирусловой части содержат  $\text{SO}_4^{2-}$  иона в два раза меньше, чем почвы притеррасья. В данном случае сульфаты в значительной степени выщелочены русловыми водами. Почва кочек, очевидно, больше всего насыщена бикарбонатами кальция, потому и кальция в ней в два раза содержится больше, чем в почвах кочек притеррасья. В почвах же между кочками притеррасья наблюдается довольно резкое увеличение в низ по профилю содержания кальция с одновременным уменьшением количества сульфат-иона, а в аналогичных почвах прирусловой поймы кальций остается без изменения; сульфат-ион содержится в таком же количестве, как и в почвах притеррасья.

Это показывает, что почвы между кочками независимо от формы поймы засолены сульфатами одинаково. А почвы кочек в этом отношении заметно отличаются друг от друга, что связано размером кочек и их местоположением в пойме. Почвы кочек притеррасья в данном случае больше засолены, чем почвы кочек прирусловой поймы.

Однако описываемые почвы по количеству водорастворимых веществ независимо от характера поймы относятся к категории сильно засоленных почв с хлоридно-бикарбонатно-сульфатным типом засоления. В данном случае мы дали лишь сравнительную характеристику, по которой видно, что наиболее сильно засоленными можно считать кочкарные почвы, развитые ближе к притеррасьям, а менее сильно засоленными являются крупнокочкарные болотно-солончаковые почвы прирусловой или центрально-прирусловой части. Для сравнения с описываемыми почвами дополнительно были изучены почвы поймы левобережья в том же отрезке долины в окрестности д. Черемшана. Почва здесь — слоисто-луговая, тоже сильно засоленная (сухой остаток до 1,34%), но развитая в условиях однообразной пониженной равнины почти с полным отсутствием кочек, на луговом солончаке темно-бурого, почти черного цвета.

Приведем описание р. 136, заложенного в 0,5 км к югу от д. Черемшана на левобережной пойме. Выгон. Равнина — низменная очень слабо выраженной кочкарностью. Местами наблюдаются замкнутые котловины и озера-останцы.

0—3 см, дерновый слой.

3—22 см светло-бурый, слоистый, с плесенью солей на поверхности структурных отдельностей, слабо уплотнен, свежий, суглинистый, вскипает.

22—38 см, палево-бурый, слоистый, слабо уплотнен, свежий, суглинистый, вскипает.

38—50 см, бурый, слоистый, плесень солей больше, чем в верхнем горизонте, слабо уплотнен, влажный, суглинистый, вскипает.

50—76 см, светлее предыдущего горизонта, слоистый, с плесенью солей, слабо уплотнен, влажный, вскипает.

76—105 см, черный, комковато-зернистый, наблюдаются прожилки солей, слабо уплотнен, влажный, суглинистый, вскипает.

105—124 см, светлее предыдущего горизонта, комковато-зернистый, мокрый, суглинистый, вскипает.

Как видно, почва поймы левобережья р. Б. Черемшана по своему морфологическому строению заметно отличается от вышеприведенных описаний. Это отличие главным образом выражено в характере строения отдельных горизонтов и их насыщенности кристалликами солей, что подтверждается и данными анализа водных вытяжек (табл. 1).

Таблица 2

## Химический состав воды в долине р. Б. Черемшана

| Местоположение<br>пунктов<br>исследования                                         | Сухой<br>остаток<br>в г/л | Состав воды в мг/л на 1 л воды |                  |         |                  |                  |                    | pH<br>водной<br>суспензии | Характер долины и<br>углубе                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------|------------------|---------|------------------|------------------|--------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                   |                           | $\text{CO}_3^{--}$             | $\text{HCO}_3^-$ | Ca + Mg | $\text{Ca}^{2+}$ | $\text{Mg}^{2+}$ | $\text{CO}_4^{2-}$ | $\text{Cl}^-$             |                                                                                                           |
| 1. В 2 км зап. от д.<br>Черемшана и в 350 м<br>к сев. от русла реки,<br>разр. 134 | 3,056                     | —                              | 3,76             | 39,9    | 29,2             | 10,7             | 39,7               | 0,96                      | Правобережье, кочкар-<br>ная пойма ближе к<br>притеррасной части,<br>грунтовая вода на глуб.<br>117 см    |
| 2. В 1,5 км к СЗ от<br>д. Черемшана и в<br>50 м от русла реки,<br>разр. 135       | 2,948                     | —                              | 2,96             | 35,8    | 26,9             | 8,96             | 37,9               | 1,96                      | Правобережье, крупно-<br>кочкарная пойма в<br>прирусловой части,<br>грунтовая вода на глу-<br>бине 140 см |
| 3. Река Б. Черемшан<br>с левого берега                                            | 0,648                     |                                | 4,16             | 9,39    | 5,66             | 3,73             | 7,24               | 2,60                      | Текущая вода р. Б. Че-<br>ремшана в середине<br>июня 1964 года                                            |

Пойма левобережья по строению рельефа от правобережной поймы отличается лишь только отсутствием кочек, а следовательно, полной бесточностью. Поэтому засоление почвы здесь выражено отчетливо. Особенно оно резко выражено в погребенной почве. Так, если, в верхнем горизонте количества водорастворимых веществ равно 1,33%, то в погребенной оно достигает 2,3, даже 3%. В составе водорастворимых веществ верхнего горизонта содержание катионов  $\text{Ca} + \text{Mg}$  равно 10 м/экв, а из анионов  $\text{SO}_4^{2-}$  16 м/экв на 100 г почвы, тогда как в погребенной почве количество их увеличивается почти в два раза. Такая же картина наблюдается по изменению содержания хлор-иона в этих почвах. Это показывает, что почвы поймы левобережья при отсутствии кочек засоляются хлоридно-сульфатными солями в большей степени, нежели почвы кочкарной поймы правобережья, где повышенное засоление почв наблюдается только в притеррасовой части.

Таким образом, в условиях описываемой долины степень засоленности почвы пойм зависит от характера строения речной долины, прежде всего ее асимметричности, наличия притоков, рельефа поймы, а также от интенсивности проявления аллювиального и делювиального процессов, определяющих уровень и качество грунтовых вод поймы.

Сказанное до некоторой степени подтверждаются приведенными в табл. 2 данными химического состава вод, взятых для анализа во время почвенных исследований. Так, грунтовая вода из разр. 134, заложенного ближе к притеррасной части поймы, содержит в своем составе растворенных веществ выше 3%. В составе их из катионов значительно содержится  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ , а из анионов  $\text{SO}_4^{2-}$ . Очень мало содержится  $\text{Cl}^-$ . В грунтовой же воде из разр. 135, заложенного в прирусловой части поймы, общее количество водорастворимых веществ хотя и содержится примерно в таком же количестве, как и в предыдущем разрезе, но по составу вода несколько отличается. В данном случае из катионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ , а из анионов  $\text{SO}_4^{2-}$  содержатся меньше, чем в предыдущем разрезе.  $\text{Cl}^-$  иона в грунтовой воде данного разреза почти в два раза больше, чем в первом случае. По количеству и составу водорастворимых веществ речная вода резко отличается от грунтовой воды. Катионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  в речной воде почти в четыре раза меньше, чем в грунтовой воде разр. 135, а из анионов  $\text{SO}_4^{2-}$  ион уменьшается до 5—6 раз.  $\text{Cl}^-$  ион, наоборот, увеличивается в речной воде в три раза по сравнению с грунтовой водой притеррасья.

Примерно такая же картина наблюдается в отношении изменения содержаний  $\text{HCO}_3^-$ , хотя в речной воде содержание его сравнительно больше, чем в грунтовой. Вместе с  $\text{HCO}_3^-$  в речной воде уже появляется  $\text{CO}_3^{2-}$  от нормальных карбонатов, который не был обнаружен в грунтовых водах. Таким образом, между составом водорастворимых веществ грунтовых вод и составом водных вытяжек почв поймы в пределах данного отрезка долины есть определенная связь, показывающая сущность почвообразования в пойме в зависимости от характера, в частности, асимметричности речной долины. Поэтому при улучшении болотно-солончаковых почв поймы р. Б. Черемшана необходимо обратить серьезное внимание на характер засоления почв в тех или иных частях долины с учетом окружающих условий почвообразования.

**К. Ш. Шакиров**

## **ВЛИЯНИЕ РАЗНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ГРУППОВОЙ СОСТАВ ГУМУСА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ**

Познание воздействия лесной растительности на почвы в конкретных физико-географических условиях возможно лишь на основе всестороннего его изучения. Особенно большое значение в решении данного вопроса имеет исследование группового и фракционного состава гумуса, являющегося более подвижной частью почвы и потому наиболее ясно отражающей происходящие в ней изменения.

С. А. Ваксман (1937) указывал, что «ни в одной области исследований о гумусе нет столько неясностей и путаницы, как в вопросе о гумусе лесных почв» (стр. 215).

Теперь в этой области имеются значительные успехи. В нашей стране благодаря работам И. В. Тюрина (1937, 1940, 1949, 1951), И. В. Тюрина с В. В. Пономаревой (1940), М. М. Кононовой (1951, 1956, 1963), Н. П. Белчикозой (1951, 1961), С. В. Зонна с Д. Ф. Соколовым (1960), Д. Ф. Соколова (1953, 1954, 1962), В. В. Пономаревой (1955, 1956, 1957, 1958) и др. выясняются и уточняются закономерности гумусообразования в лесных почвах, химическая природа гумусовых веществ и роль последних в почвообразовании.

В настоящей работе излагаются результаты исследования влияния различных типов леса на групповой и фракционный состав гумуса и свойства гуминовых кислот дерново-подзолистых почв в условиях Среднего Поволжья.

### **Объекты и методика исследования**

Наши исследования проводились в Раифской лесной даче Волжско-Камского государственного заповедника и в Арском лесничестве Арского лесхоза Татарской АССР.

В Раифской лесной даче нами изучались влияние ельника липового, сосняка липового, березняка снытевого и липняка снытевого на состав гумуса дерново-сильно- и среднеподзолистых супесчаных почв. Кроме того, для сравнения группового состава гумуса почв под лесом и под сельскохозяйственными культурами там же изучалась почва пашни в 200 м от опушки леса.

В Арском лесничестве изучались воздействие ельника липового, сосняка липового, березняка снытевого, дубняка клено-липового сныте-

вого и липняка снытевого на состав гумуса дерново-средне- и слабопodzolistых тяжелосуглинистых почв. Здесь также для сравнения группового состава гумуса лесных почв с почвой под сельскохозяйственными культурами изучалась почва пашни в 200 м от опушки леса.

В Ранфской лесной даче и Арском лесничестве все участки, находящиеся в настоящее время под вышеперечисленными типами леса и под пашней, в прошлом были заняты еловыми лесами. Поскольку эти почвы развивались в одинаковых физико-географических условиях и под одинаковой растительностью, то, следовательно, и их плодородие было одинаковым. Поэтому есть все основания полагать, что имеющиеся в настоящее время различия в свойствах и особенно в групповом составе гумуса этих почв обусловлены неодинаковым влиянием произрастающих на них типов леса.

В каждом типе леса и на пашне были заложены пробные площади по 0,5 га. В таблице 1 дается краткая характеристика состава растительности пробных площадок исследуемых типов леса. Более полное описание состава древесной и травянистой растительности и морфологического строения почв пробных площадок приводится в других наших работах (К. Ш. Шакиров, 1961, 1964).

Учитывая пестроту почвенного покрова в лесу, отмечавшуюся рядом исследователей (С. А. Захаров, 1910; Н. Н. Степанов, 1929; В. М. Корниенко, 1950; В. С. Шумаков, 1954; И. Г. Розмахов, 1957; Ю. А. Орфанитский, 1957; В. Н. Смирнов, 1958, 1959; В. Н. Мина, 1959; О. В. Бутузова, 1960, 1962; П. П. Похитон, 1960; С. Е. Щербаков, 1961; Л. С. Травникова, 1961; Б. Д. Зайцев, 1962; М. А. Винокуров, Н. А. Миронов, К. Ш. Шакиров, 1964 и др.), для изучения влияния разных лесных насаждений на почвы мы приняли метод взятия смешанных образцов. Применение этого метода в целях исследования лесных почв в последнее время все шире рекомендуют В. С. Шумаков (1954), Ю. А. Орфанитский (1957), В. Н. Смирнов (1958, 1959), В. Н. Мина (1959) и др.

На пробной площади каждого типа леса было заложено десять равномерно распределенных по площади и однородных по строению почвенного профиля разрезов. Каждый разрез закладывался так, что передняя стенка разреза находилась на расстоянии одного метра от ствола модельного дерева. Из каждого разреза взяты образцы строго определенного объема и на одинаковой глубине по горизонтам. Эти образцы на бумаге послойно тщательно перемешивались, после чего были взяты средние образцы. Такая методика взятия образцов значительно увеличивает объем работы полевого периода, но результаты исследования будут более достоверными по сравнению с изучением индивидуальных образцов из одного разреза.

Для вычисления запасов лесной подстилки под различными лесными насаждениями на каждой пробной площади вырезались 20 образцов размером 25×25 см, расположенных на наиболее типичных участках ее; при этом подстилка по степени разложенности подразделялась на два слоя: верхний слой ( $A'_0$ ) состоит из более или менее разложившихся хвои, листьев, ветвей, чешуи коры или их частей, но не утративших еще своей структуры; нижний слой ( $A''_0$ ) представляет собой сильно разложившуюся органическую массу, переходящую в нижней своей части в собственную почву. В этом слое подстилок невозможно различить отдельные органы растений, и кроме того, он сильно перемешан с почвой.

Образцы высушивались до воздушно-сухого состояния и взвешивались, а затем вычислялась средняя масса подстилки на 1 га.

Далее, из 20 образцов с каждой пробной площади выбирались 10 наиболее типичных, они размельчались на мельнице и пропускались через сито с отверстиями диаметром в 1 мм; после этого 10 размельченных

Таблица 1

## Характеристика лесных насаждений

| Лесничество          | Тип насаждений                   | Состав        | Возраст          | Бонитет | Полнота | Подрост (лет)           |
|----------------------|----------------------------------|---------------|------------------|---------|---------|-------------------------|
| Раифская лесная дача | Ельник липовый                   | 10Е           | 70—80            | I       | 0,7     | ель (5—10)              |
|                      | Сосняк липовый                   | 10С           | 70—80            | I       | 0,7     | ель (10—30)             |
|                      | Березняк снытевый                | 9Б1Л+0с       | 70—80            | I       | 0,7     | липа (5—10)             |
|                      | Липняк снытевый                  | 9Л1Б<br>ед. Е | 70—80<br>110—150 | III     | 0,7     | липа, ВИК (10—20)       |
| Арское лесничество   | Ельник липовый                   | 10Е           | 50               | I       | 0,8     | ель (10—20)             |
|                      | Сосняк липовый                   | 10С           | 50               | I       | 0,8     | ель (5—26)              |
|                      | Березняк снытевый                | 9Б1Л          | 50               | I       | 0,8     | ель (10—20)             |
|                      | Дубняк клено-липовый<br>снытевый | 9Д1Л          | 50               | II      | 0,8     | дуб (20—30), ель (5—10) |
|                      | Липняк снытевый                  | 9Л1Б          | 50               | III     | 0,8     | ель, липа (5—20)        |

образцов очень тщательно перемешивались и брался один смешанный образец для химического анализа.

Образцы почв и подстилок собраны в сентябре месяце 1959 года. В процессе взятия образцов подстилок свежеепавшие листья и хвоя (к концу сбора начался листопад) не включались.

Групповой и фракционный состав органических веществ подстилок и гумуса почв изучался по методу И. В. Тюрина. Применение этого метода для изучения состава органических веществ подстилок является несколько условным, так как он разработан для изучения состава гумуса почв. Однако в последнее время исследователи все больше применяют этот метод для изучения состава органических веществ подстилок. Результаты этих исследований вполне достоверны для сравнительной оценки группового состава и свойств органических веществ подстилок разных типов леса.

Оптические свойства и порог коагуляции гуминовых кислот изучались по методике, разработанной сотрудниками лаборатории биохимии почв Почвенного института им. В. В. Докучаева (М. М. Кононова и Н. П. Бельчикова, 1950; Н. П. Бельчикова, 1951; М. М. Кононова, 1951, 1963). Гуминовые кислоты растворялись в 0,02 н. растворе  $\text{NaHCO}_3$  и производилось выравнивание всех испытуемых растворов полученных гуматов натрия по содержанию в них углерода до концентрации 0,136 г углерода в 1 литре.

Оптические свойства гуматов натрия изучались на спектрофотометре и измерения проводились от красной части спектра (от более длинных волн) к синей (к более коротким волнам). Полученные данные выражены в виде коэффициента ослабления (экстенкции) света (Е), который характеризует величину оптической плотности испытуемых растворов на толщину слоя в 1 см.

Порог коагуляции гуминовых кислот определялся в тех же растворах гуматов натрия, которые служили для изучения их оптических свойств.

Все определения анализа выполнены с параллельной повторностью и результаты вычислены на высушенное при  $105^\circ$  вещество.

#### **Групповой и фракционный состав органических веществ подстилок разных лесных насаждений**

Большую роль во влиянии разных типов леса на почвы играет образующая под их пологом лесная подстилка. В ней накапливается большой запас органических веществ, продукты разложения которых служат источником образования гумуса в почвах (Д. Ф. Соколов и Т. Н. Тюнеева, 1959).

Опад древесной и травянистой растительности в разных типах леса поступает в неодинаковом количестве (К. Ш. Шакиров, 1964). Кроме того, разложение опада разных древесных пород происходит также с неодинаковой скоростью. Все эти факторы обуславливают различное накопление подстилок в разных лесных насаждениях (М. А. Винокуров и К. Ш. Шакиров, 1964).

Из таблицы 2 видно, что запасы подстилок из исследуемых насаждений больше всего имеются в сосняках липовых; за ними в нисходящем порядке следуют ельники липовые, дубняки клено-липовые снытевые, березняки и липняки снытевые.

Подстилки разных лесных насаждений имеют различную кислотность: подстилки ельников липовых характеризуются кислой реакцией среды; в сосняках липовых они также имеют кислую реакцию, но в несколько

меньшей степени, чем в ельниках липовых; подстилки березняков снытевых обладают слабокислой, а дубняка клено-липового снытевого — близкой к нейтральной реакцией; в липняках же снытевых они обладают нейтральной реакцией. Нижние слои подстилок всех типов леса имеют более кислую реакцию, чем верхние.

Наибольшей величиной потери от прокаливания, следовательно, высоким содержанием органических веществ и наименьшей разложённостью отличаются подстилки сосняков и ельников липовых, в верхних слоях которых величина потери от прокаливания равна соответственно 65,18—69,48 и 62,09—63,83%; в липняках и березняках снытевых она значительно меньше (45,59—50,10 и 48,54—52,16%); подстилка дубовых насаждений в этом отношении занимает место между таковыми ельников липовых и березняков снытевых, величина ее равна 54,42%. В ниж-

Таблица 2

Запасы подстилок, кислотность и содержание органических веществ и азота в них под разными лесными насаждениями

| Тип насаждения                         | Горизонт       | Мощность<br>в см | Запасы<br>подсти-<br>лок в т<br>на га | рН<br>водн. | Потеря<br>от про-<br>калива-<br>ния в % | Содержание азота         |                          |
|----------------------------------------|----------------|------------------|---------------------------------------|-------------|-----------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                                        |                |                  |                                       |             |                                         | в % от<br>сухого<br>в-ва | в % от<br>орган.<br>в-ва |
| Ранфская лесная дача                   |                |                  |                                       |             |                                         |                          |                          |
| Ельник<br>липовый                      | A'             | 0—2              | 25,44                                 | 6,10        | 63,83                                   | 1,31                     | 2,05                     |
|                                        | A''            | 2—3              | 13,35                                 | 5,65        | 27,39                                   | 0,79                     | 2,88                     |
|                                        | A <sub>0</sub> |                  | 38,79                                 |             |                                         |                          |                          |
| Сосняк<br>липовый                      | A'             | 0—2              | 31,95                                 | 6,16        | 65,18                                   | 1,29                     | 1,97                     |
|                                        | A''            | 2—3              | 14,36                                 | 5,88        | 28,09                                   | 0,77                     | 2,75                     |
|                                        | A <sub>0</sub> |                  | 46,31                                 |             |                                         |                          |                          |
| Березняк<br>снытевый                   | A'             | 0—1              | 14,73                                 | 6,38        | 48,54                                   | 1,23                     | 2,54                     |
|                                        | A''            | 1—2              | 14,61                                 | 6,28        | 22,07                                   | 0,78                     | 3,54                     |
|                                        | A <sub>0</sub> |                  | 29,34                                 |             |                                         |                          |                          |
| Липняк<br>снытевый                     | A'             | 0—1              | 16,50                                 | 6,95        | 45,59                                   | 1,51                     | 3,30                     |
|                                        | A''            | 1—2              | 15,06                                 | 6,60        | 17,49                                   | 0,74                     | 4,25                     |
|                                        | A <sub>0</sub> |                  | 31,56                                 |             |                                         |                          |                          |
| Арское лесничество                     |                |                  |                                       |             |                                         |                          |                          |
| Ельник<br>липовый                      | A'             | 0—2              | 26,52                                 | 5,95        | 62,09                                   | 1,41                     | 2,28                     |
|                                        | A''            | 2—4              | 19,26                                 | 5,83        | 29,90                                   | 1,03                     | 3,43                     |
|                                        | A <sub>0</sub> |                  | 45,78                                 |             |                                         |                          |                          |
| Сосняк<br>липовый                      | A'             | 0—2              | 32,32                                 | 6,12        | 69,48                                   | 1,50                     | 2,15                     |
|                                        | A''            | 2—4              | 19,89                                 | 5,90        | 31,65                                   | 1,01                     | 3,18                     |
|                                        | A <sub>0</sub> |                  | 52,21                                 |             |                                         |                          |                          |
| Березняк<br>снытевый                   | A'             | 0—1              | 17,61                                 | 6,35        | 52,16                                   | 1,58                     | 3,02                     |
|                                        | A''            | 1—2              | 15,37                                 | 6,28        | 28,85                                   | 1,11                     | 3,83                     |
|                                        | A <sub>0</sub> |                  | 33,01                                 |             |                                         |                          |                          |
| Дубняк клено-<br>липовый сны-<br>тевый | A'             | 0—1              | 19,40                                 | 6,64        | 54,42                                   | 1,84                     | 3,39                     |
|                                        | A''            | 1—2              | 16,28                                 | 6,46        | 29,16                                   | 1,16                     | 3,96                     |
|                                        | A <sub>0</sub> |                  | 35,68                                 |             |                                         |                          |                          |
| Липняк<br>снытевый                     | A'             | 0—1              | 15,32                                 | 6,98        | 50,10                                   | 1,87                     | 3,74                     |
|                                        | A''            | 1—2              | 17,53                                 | 6,62        | 28,08                                   | 1,27                     | 4,52                     |
|                                        | A <sub>0</sub> |                  | 32,90                                 |             |                                         |                          |                          |

них слоях подстилок всех насаждений вследствие сильной разложенности их величины потери от прокаливания небольшие, но опять-таки они больше в подстилках сосняков липовых (28,09—31,65%), затем в нисходящем порядке следуют подстилки ельников липовых (27,39—29,90%), дубняка клено-липового снытевого (29,16%), березняков (22,07—28,85%) и липняков снытевых (17,49—28,08%). Подстилки всех насаждений в Арском лесничестве характеризуются более высокой величиной потери от прокаливания, чем в Раифской лесной даче. Это свидетельствует о медленном разложении их в Арском лесничестве, имеющем более тяжелый механический состав почв и высокую полноту древостоя.

В составе лесных подстилок содержится значительное количество азота. Наиболее богаты им подстилки липняков снытевых и затем дубняка клено-липового снытевого; значительно меньше его имеется в подстилках березняков снытевых и сосняков и ельников липовых. В процессе разложения подстилок количество органических веществ в них уменьшается. Поэтому в нижних слоях их происходит уменьшение азота. Однако, как видно из следующей графы этой же таблицы, содержание азота в самом органическом веществе их повышается.

В процессе разложения подстилки выделяются органические соединения, играющие важную роль в формировании состава гумуса почв. Состав и свойства этих соединений зависят от биохимического состава органических веществ подстилок, содержания в них зольных элементов и азота, а также от почвенно-климатических и других условий (Д. Ф. Соколов, 1962).

Результаты изучения состава органического вещества подстилок разных лесных насаждений приводятся в таблице 3.

Из таблицы видно, что наибольшее содержание органических веществ (в пересчете на С) имеется в подстилках сосновых, затем еловых, березовых и наименьшее — в подстилках дубовых и липовых насаждений. Количество органических веществ в нижних слоях по сравнению с верхними уменьшается почти в два раза.

Соединения группы воско-смола, экстрагируемые спирто-бензольной смесью, содержатся в значительном количестве в верхних слоях подстилок еловых (9,01—9,58%), несколько меньше их имеется в подстилках сосновых (8,24—8,97%), затем дубовых (7,80%) и березовых (7,25—7,26%) насаждений; наименьшим содержанием их характеризуются подстилки липняков снытевых (5,14—5,44%). В нижних слоях подстилок количество этих веществ резко уменьшается. И в данном случае наибольшее содержание их имеется в подстилках еловых насаждений (5,29—5,96%); затем в нисходящем порядке располагаются подстилки сосновых (5,03—5,14%), дубовых (4,13%), березовых (3,90—4,93%) и липовых (2,78—2,91%) насаждений.

Соединения, растворимые в 1,0н растворе  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  при декальцинировании почв, содержится также больше в подстилках еловых (4,72—5,11%) и сосновых (4,76—5,02%) насаждений; в подстилках дубовых, березовых и липовых насаждений количество их соответственно равно 3,65%, 3,39—3,95% и 2,83—3,48% от общего содержания в них углерода; в нижних слоях подстилок всех насаждений содержание этих соединений уменьшается.

Подстилки всех насаждений очень бедны гуминовыми кислотами.

Гуминовые кислоты фракции I (свободные и связанные с подвижными  $\text{R}_2\text{O}_3$ ) в наибольшем количестве имеются в подстилке ельника липового Арского лесничества (6,95%) и в наименьшем — в подстилке липняка снытевого Раифской лесной дачи (3,50%). В нижних слоях подстилок всех насаждений содержание этой фракции гуминовых кислот несколько повышается.

Таблица 3  
Групповой и фракционный состав органических веществ подстилок разных лесных насаждений (в % С от исходного содержания С)

| Тип насажде-<br>ний                    | Горизонт | Глубина взв-<br>та образца<br>в см | Исходное со-<br>держание С | Растворимые<br>в спиртобен-<br>золе | Растворимые<br>в 1,0 н. Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Гуминовые кислоты |      |      |       |         | Фульвокислоты |      |       |       |      | Гидролизуе-<br>мые в 0,5-1,0<br>н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Негидролизу-<br>емый остаток | С г. к. | С ф. к. |  |
|----------------------------------------|----------|------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------|------|------|-------|---------|---------------|------|-------|-------|------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------|---------|--|
|                                        |          |                                    |                            |                                     |                                                         | фракции           |      |      | Сумма | фракции |               |      | Сумма |       |      |                                                                   |                              |         |         |  |
|                                        |          |                                    |                            |                                     |                                                         | 1                 |      | 2    |       | 3       | 1a            | 1    |       | 2     | 3    |                                                                   |                              |         |         |  |
|                                        |          |                                    |                            |                                     |                                                         | 1                 | 2    |      |       |         |               |      |       |       |      |                                                                   |                              |         |         |  |
| Райфская лесная дача                   |          |                                    |                            |                                     |                                                         |                   |      |      |       |         |               |      |       |       |      |                                                                   |                              |         |         |  |
| Ельник<br>липовый                      | A'       | 0-2                                | 38,01                      | 9,58                                | 5,11                                                    | 4,79              | 0,89 | 0,48 | 6,16  | 0       | 10,47         | 2,04 | 0,89  | 13,40 | 1,64 | 64,44                                                             | 0,46                         |         |         |  |
|                                        | A"       | 2-3                                | 19,37                      | 5,96                                | 4,35                                                    | 6,69              | 2,34 | 1,37 | 10,40 | 0       | 16,03         | 4,05 | 1,52  | 22,00 | 2,05 | 54,90                                                             | 0,47                         |         |         |  |
| Сосняк<br>липовый                      | A'       | 0-2                                | 40,87                      | 8,97                                | 5,02                                                    | 5,41              | 1,24 | 1,04 | 7,69  | 0       | 10,63         | 2,13 | 0,95  | 13,71 | 1,35 | 62,85                                                             | 0,56                         |         |         |  |
|                                        | A"       | 2-3                                | 22,48                      | 5,14                                | 4,43                                                    | 6,04              | 2,16 | 1,92 | 10,12 | 0       | 14,15         | 4,24 | 2,46  | 20,85 | 2,48 | 57,53                                                             | 0,49                         |         |         |  |
| Березняк<br>смышевый                   | A'       | 0-1                                | 36,63                      | 7,26                                | 3,95                                                    | 5,79              | 1,91 | 1,15 | 8,85  | 0       | 9,33          | 2,43 | 1,68  | 13,44 | 2,08 | 64,05                                                             | 0,66                         |         |         |  |
|                                        | A"       | 1-2                                | 16,26                      | 4,93                                | 3,28                                                    | 6,81              | 2,86 | 2,08 | 11,75 | 0       | 12,30         | 5,73 | 2,84  | 20,87 | 2,13 | 57,71                                                             | 0,56                         |         |         |  |
| Липняк<br>смышевый                     | A'       | 0-1                                | 32,03                      | 5,44                                | 3,48                                                    | 3,50              | 3,07 | 3,41 | 9,98  | 0       | 8,65          | 3,62 | 1,34  | 13,61 | 3,60 | 63,12                                                             | 0,73                         |         |         |  |
|                                        | A"       | 1-2                                | 14,72                      | 2,91                                | 2,92                                                    | 5,57              | 4,56 | 3,09 | 13,22 | 0       | 9,26          | 6,84 | 2,58  | 18,68 | 3,12 | 59,03                                                             | 0,71                         |         |         |  |
| Арское лесничество                     |          |                                    |                            |                                     |                                                         |                   |      |      |       |         |               |      |       |       |      |                                                                   |                              |         |         |  |
| Ельник<br>липовый                      | A'       | 0-2                                | 36,01                      | 9,01                                | 4,72                                                    | 6,95              | 0,85 | 0,34 | 8,14  | 0       | 11,74         | 1,72 | 1,04  | 14,50 | 0,84 | 62,05                                                             | 0,56                         |         |         |  |
|                                        | A"       | 2-4                                | 22,85                      | 5,29                                | 3,83                                                    | 7,73              | 2,43 | 1,76 | 11,92 | 0       | 14,78         | 3,68 | 2,18  | 20,64 | 1,38 | 56,64                                                             | 0,58                         |         |         |  |
| Сосняк<br>липовый                      | A'       | 0-2                                | 40,30                      | 8,24                                | 4,76                                                    | 5,71              | 1,34 | 0,78 | 7,83  | 0       | 9,96          | 2,18 | 1,36  | 13,50 | 1,01 | 64,11                                                             | 0,58                         |         |         |  |
|                                        | A"       | 2-4                                | 24,12                      | 5,03                                | 4,01                                                    | 7,42              | 2,74 | 2,06 | 12,22 | 0       | 13,81         | 4,21 | 2,86  | 20,88 | 1,41 | 56,86                                                             | 0,59                         |         |         |  |
| Березняк<br>смышевый                   | A'       | 0-1                                | 34,72                      | 7,25                                | 3,39                                                    | 6,04              | 2,70 | 1,15 | 9,89  | 0       | 9,22          | 3,87 | 1,84  | 14,93 | 1,73 | 61,91                                                             | 0,66                         |         |         |  |
|                                        | A"       | 1-2                                | 19,82                      | 3,90                                | 2,76                                                    | 6,68              | 4,31 | 2,44 | 13,43 | 0       | 13,11         | 6,05 | 2,11  | 21,27 | 2,61 | 56,86                                                             | 0,63                         |         |         |  |
| Дубняк клено-<br>липовый смы-<br>шевый | A'       | 0-1                                | 31,57                      | 7,80                                | 3,65                                                    | 5,87              | 3,45 | 1,79 | 11,11 | 0       | 8,23          | 4,65 | 2,31  | 15,19 | 2,09 | 60,71                                                             | 0,73                         |         |         |  |
|                                        | A"       | 1-2                                | 16,62                      | 4,13                                | 3,04                                                    | 8,08              | 4,49 | 3,30 | 15,87 | 0       | 14,40         | 6,74 | 2,08  | 23,22 | 3,13 | 50,08                                                             | 0,68                         |         |         |  |
| Липняк<br>смышевый                     | A'       | 0-1                                | 29,06                      | 5,15                                | 2,83                                                    | 5,75              | 5,34 | 2,08 | 13,17 | 0       | 8,53          | 5,47 | 2,69  | 16,69 | 2,20 | 59,00                                                             | 0,79                         |         |         |  |
|                                        | A"       | 1-2                                | 15,15                      | 2,78                                | 2,51                                                    | 6,89              | 6,11 | 4,35 | 17,35 | 0       | 13,41         | 6,89 | 3,31  | 23,61 | 3,41 | 49,29                                                             | 0,74                         |         |         |  |

Гуминовые кислоты фракции 2, связанные с кальцием, в изучаемых подстилках содержатся в небольшом количестве; причем подстилки разных лесных насаждений по количеству этой фракции гуминовых кислот между собой сильно отличаются. Так, в верхних слоях подстилок этой фракции имеется под еловыми 0,85—0,89%, сосновыми 1,24—1,34%, березовыми 1,91—2,70%, под дубовыми 3,45% и под липовыми насаждениями 3,07—5,34% от общего содержания в них углерода. В нижних слоях подстилок всех насаждений количество ее повышается. При сравнении подстилок под одноименными насаждениями Раифской лесной дачи и Арского лесничества видно, что в Арском лесничестве подстилки, за исключением под еловым насаждением, богаче гуминовыми кислотами фракции 2, что совпадает с повышенным содержанием в них кальция (М. А. Винокуров и К. Ш. Шакиров, 1964).

Гуминовые кислоты фракции 3, связанные с относительно устойчивыми формами  $R_2O_3$ , в подстилках под разными лесными насаждениями распределяются аналогично распределению фракции 2, т. е. наименьшие величины их наблюдаются в подстилках ельников липовых и относительно большие — в подстилках липняков снытевых.

Из рассмотрения суммы всех трех фракций гуминовых кислот в исследуемых подстилках видно, что как в Раифской лесной даче, так и в Арском лесничестве наибольшее количество гуминовых кислот имеется в подстилках липняков снытевых, в верхних слоях которых оно равно 9,98—13,17%; несколько меньше их содержится в подстилках дубняка клено-липового снытевого (11,11%) и березняков снытевых (8,85—9,89%) и еще меньше в подстилках сосняков (7,69—7,83%) и ельников (6,16—8,14%) липовых. В подстилках последних двух типов насаждений гуминовые кислоты состоят в основном из наиболее подвижной фракции 1. Нижние слои подстилок всех лесных насаждений содержат значительно больше гуминовых кислот, чем верхние.

Данные по содержанию фульвокислот в лесных подстилках также представляют большой интерес.

Прежде всего следует отметить, что во всех подстилках не обнаружена фракция 1а фульвокислот. Вероятно, эта фракция, либо благодаря своей подвижности, не задерживаясь в подстилке, просачивается в почву, либо она извлекается при декальцинировании их 1,0н раствором  $Na_2SO_4$ ; возможно, имеет место и то, и другое.

Фульвокислоты фракции 1 во всех подстилках содержатся в большом количестве. В верхних их слоях этой фракции фульвокислот имеется под еловыми насаждениями 10,47—11,74%, сосновыми — 9,96—10,63%, березовыми 9,22—9,33%, липовыми 8,53—8,65% и под дубовыми 8,23% от общего содержания в них углерода. В нижних слоях подстилок количество этой фракции фульвокислот повышается, причем наиболее богатыми ею являются опять-таки подстилки еловых, сосновых, а также дубовых насаждений; подстилки березовых и липовых насаждений, наоборот, наиболее бедны ими.

Фульвокислоты фракции 2 содержатся в значительном количестве в подстилках липовых, несколько меньше в дубовых и березовых насаждениях; подстилки же сосновых и еловых насаждений значительно беднее этой фракцией фульвокислот. Фульвокислоты фракции 2 в нижних слоях подстилок всех насаждений содержится больше, чем в верхних.

Фульвокислоты фракции 3 в верхних и нижних слоях подстилок разных лесных насаждений распределяются аналогично распределению в них гуминовых кислот фракции 3, с которыми они входят в состав полимерных комплексов.

Сумма всех фракций фульвокислот в нижних слоях подстилок значительно выше, чем в верхних. Следует отметить, что общее количество

фульвокислот в нижних слоях подстилок насаждений Раифской лесной дачи от еловых к липовым, несмотря на более сильную разложенность их в последних, постепенно уменьшается. В подстилках же Арского лесничества, наоборот, сумма фракций фульвокислот в их нижних слоях от еловых к липовым постепенно увеличивается. Такое явление, возможно, обусловлено механическим составом почв. В Раифской лесной даче почвы по механическому составу супесчаные; вновь образуемые фульвокислоты здесь из подстилок легко просачиваются в почву. В Арском же лесничестве, наоборот, почвы тяжело-суглинистого механического состава; поэтому вновь образуемые фульвокислоты просачиваются в почву с трудом и наблюдается некоторое накопление их в нижних слоях подстилок.

Группа соединений, гидролизующихся 0,5 и 1,0н растворами  $H_2SO_4$ , во всех подстилках содержится в небольшом количестве; сравнительно больше их имеется в подстилках липовых, меньше в таковых дубовых, березовых насаждений и самая меньшая величина наблюдается в подстилках сосновых и еловых насаждений. В нижних слоях подстилок содержание соединений этой группы несколько повышается.

Органическое вещество всех подстилок характеризуется высоким содержанием негидролизующего остатка. Если в подстилках разных лесных насаждений Раифской лесной дачи величины его близки между собой, то в Арском лесничестве они значительно отличаются друг от друга. Сравнительно высокое содержание негидролизующего остатка наблюдается в подстилках сосновых, несколько меньшее — в подстилках еловых и березовых насаждений; подстилки же дубовых и липовых насаждений характеризуются наименьшим его содержанием.

Доля участия гуминовых кислот и фульвокислот в составе органических веществ подстилок разных лесных насаждений неодинакова. Как видно из данных отношения С г. к.: С ф. к., наименьшей его величиной характеризуются подстилки еловых насаждений (0,46—0,56); за ними следуют в возрастающем порядке подстилки сосновых (0,56—0,58), березовых (0,66), дубовых (0,73) и наконец липовых (0,73—0,79) насаждений.

Величины отношения С г. к.: С ф. к. в нижних слоях подстилок, за исключением ельника липового в Раифской лесной даче и сосняка липового в Арском лесничестве, понижаются, поскольку доля участия фульвокислот в составе органического вещества подстилок увеличивается.

Таким образом, в составе органического вещества подстилок в количественном отношении первое место занимает негидролизующий остаток, второе — фульвокислоты и лишь третье — гуминовые кислоты; причем в верхних слоях подстилок еловых и сосновых насаждений гуминовые кислоты занимают, после группы соединений воско-смол, лишь четвертое место. Такое низкое содержание гуминовых кислот в подстилках последних двух типов насаждений и значительное преобладание в них фульвокислот не может способствовать, как будет видно дальше, накоплению гумуса в почвах.

#### **Оптические свойства и порог коагуляции гуминовых кислот подстилок разных лесных насаждений**

Гуминовые кислоты, выделенные из подстилок после их декальцирования (фракция 2), по своим оптическим свойствам между собой отличаются (табл. 4). Прежде всего следует отметить, что гуминовые кислоты подстилок обладают очень низкими величинами коэффициента ослабления света, что обусловлено слабой конденсированностью их аромати-

ческого ядра. Из данных видно, что очень низкими величинами коэффициента ослабления света (или оптической плотности) характеризуются гуминовые кислоты подстилок еловых, затем сосновых насаждений; несколько большую оптическую плотность имеют гуминовые кислоты подстилок березовых, затем дубовых и наибольшую — гуминовые кислоты подстилок липовых насаждений. В нижних слоях подстилок всех насаждений гуминовые кислоты обладают большей оптической плотностью, чем в верхних. В Арском лесничестве гуминовые кислоты всех подстилок по сравнению с гуминовыми кислотами подстилок аналогичных насаждений Раифской лесной дачи обладают более высокими величинами оптической плотности. Это различие в какой-то степени отражает то, что в подстилках тех же насаждений Арского лесничества условия для гумусообразования лучше, чем в подстилках Раифской лесной дачи.

Таблица 4

Коэффициент ослабления света (E) в различных частях спектра гуминовыми кислотами подстилок разных лесных насаждений

| Тип насаждений                     | Горизонт | Глубина<br>взятия<br>образца<br>см | Длина волны ( $\lambda$ ) в м $\mu$ |      |      |      |      |      |      |
|------------------------------------|----------|------------------------------------|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
|                                    |          |                                    | 726                                 | 665  | 619  | 574  | 533  | 496  | 465  |
| Раифская лесная дача               |          |                                    |                                     |      |      |      |      |      |      |
| Ельник липовый                     | A'       | 0—2                                | 0,06                                | 0,08 | 0,13 | 0,18 | 0,25 | 0,31 | 0,40 |
|                                    | A''      | 2—3                                | 0,09                                | 0,11 | 0,18 | 0,25 | 0,33 | 0,39 | 0,52 |
| Сосняк липовый                     | A'       | 0—2                                | 0,08                                | 0,10 | 0,15 | 0,18 | 0,27 | 0,31 | 0,42 |
|                                    | A''      | 2—3                                | 0,10                                | 0,12 | 0,18 | 0,24 | 0,35 | 0,42 | 0,55 |
| Березняк снытевый                  | A'       | 0—1                                | 0,11                                | 0,12 | 0,17 | 0,20 | 0,30 | 0,35 | 0,46 |
|                                    | A''      | 1—2                                | 0,12                                | 0,15 | 0,18 | 0,27 | 0,36 | 0,45 | 0,57 |
| Липняк снытевый                    | A'       | 0—1                                | 0,11                                | 0,13 | 0,18 | 0,22 | 0,29 | 0,38 | 0,49 |
|                                    | A''      | 1—2                                | 0,13                                | 0,17 | 0,23 | 0,29 | 0,37 | 0,47 | 0,61 |
| Арское лесничество                 |          |                                    |                                     |      |      |      |      |      |      |
| Ельник липовый                     | A'       | 0—2                                | 0,07                                | 0,14 | 0,18 | 0,23 | 0,29 | 0,33 | 0,44 |
|                                    | A''      | 2—4                                | 0,10                                | 0,18 | 0,26 | 0,33 | 0,42 | 0,50 | 0,68 |
| Сосняк липовый                     | A'       | 0—2                                | 0,07                                | 0,15 | 0,19 | 0,25 | 0,32 | 0,36 | 0,46 |
|                                    | A''      | 2—4                                | 0,11                                | 0,20 | 0,26 | 0,35 | 0,44 | 0,53 | 0,73 |
| Березняк снытевый                  | A'       | 0—1                                | 0,10                                | 0,17 | 0,22 | 0,25 | 0,34 | 0,38 | 0,51 |
|                                    | A''      | 1—2                                | 0,12                                | 0,21 | 0,28 | 0,35 | 0,48 | 0,57 | 0,78 |
| Дубняк клено-липо-<br>вый снытевый | A'       | 0—1                                | 0,12                                | 0,18 | 0,25 | 0,30 | 0,37 | 0,41 | 0,55 |
|                                    | A''      | 1—2                                | 0,15                                | 0,23 | 0,31 | 0,39 | 0,50 | 0,61 | 0,83 |
| Липняк снытевый                    | A'       | 0—1                                | 0,14                                | 0,20 | 0,27 | 0,35 | 0,42 | 0,52 | 0,64 |
|                                    | A''      | 1—2                                | 0,16                                | 0,27 | 0,38 | 0,50 | 0,61 | 0,75 | 1,00 |

Данные оптической плотности гуминовых кислот подтверждаются и результатами исследований порога коагуляции (осаждения) их. Из таблицы 5 видно, что гуминовые кислоты подстилок всех насаждений обладают большей дисперсностью, так как начало коагуляции (появление муты) после внесения раствора электролита (раствора  $\text{CaCl}_2$ ) появляется лишь через 2 часа. Однако для начала коагуляции гуминовых кислот в подстилках разных лесных насаждений понадобилось неодинаковое количество электролита: наименьшее для гуминовых кислот подстилок липняков снытевых, затем дубняка клено-липового снытевого, несколько

## Порог коагуляции гуминовых кислот подстилок разных лесных насаждений

| Тип насаждений                | Горизонт | Глубина взятия образца в см | Начало коагуляции |                                                   | Полная коагуляция |                                                   |                                              |
|-------------------------------|----------|-----------------------------|-------------------|---------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------|
|                               |          |                             | время в часах     | CaCl <sub>2</sub> в мг/экв на 1 л раствора гумата | время в часах     | CaCl <sub>2</sub> в мг/экв на 1 л раствора гумата |                                              |
| Раифская лесная дача          |          |                             |                   |                                                   |                   |                                                   |                                              |
| Ельник липовый                | A'       | 0-2                         | 2                 | 12                                                | 24                | 10                                                | Появление хлопьев                            |
|                               | A''      | 2-3                         | 2                 | 10                                                | 24                | 8                                                 |                                              |
| Сосняк липовый                | A'       | 0-2                         | 2                 | 10                                                | 24                | 8                                                 | "                                            |
|                               | A''      | 2-3                         | 2                 | 9                                                 | 24                | 6                                                 |                                              |
| Березняк снытевый             | A'       | 0-1                         | 2                 | 8                                                 | 24                | 6                                                 | "                                            |
|                               | A''      | 1-2                         | 2                 | 6                                                 | 24                | 5                                                 |                                              |
| Липняк снытевый               | A'       | 0-1                         | 2                 | 6                                                 | 24                | 4                                                 | "                                            |
|                               | A''      | 1-2                         | 2                 | 5                                                 | 24                | 3                                                 |                                              |
| Арское лесничество            |          |                             |                   |                                                   |                   |                                                   |                                              |
| Ельник липовый                | A'       | 0-2                         | 2                 | 10                                                | 24                | 12                                                | осаждение хлопьев                            |
|                               | A''      | 2-4                         | 2                 | 8                                                 | 24                | 10                                                |                                              |
| Сосняк липовый                | A'       | 0-2                         | 2                 | 9                                                 | 24                | 10                                                | "                                            |
|                               | A''      | 2-4                         | 2                 | 7                                                 | 24                | 8                                                 |                                              |
| Березняк снытевый             | A'       | 0-1                         | 2                 | 8                                                 | 24                | 6                                                 | "                                            |
|                               | A''      | 0-2                         | 2                 | 6                                                 | 24                | 18                                                |                                              |
| Дубняк клено-липовый снытевый | A'       | 0-1                         | 2                 | 6                                                 | 24                | 15                                                | коагуляция неполн. (полная коагул. отсутст.) |
|                               | A''      | 1-2                         | 2                 | 5                                                 | 24                | 12                                                |                                              |
| Липняк снытевый               | A'       | 0-1                         | 2                 | 4                                                 | 24                | 10                                                | "                                            |
|                               | A''      | 1-2                         | 2                 | 2                                                 | 24                | 8                                                 |                                              |
|                               |          |                             |                   |                                                   |                   | 16                                                | коагуляция неполн. коагуляция полная         |

больше для березняков снытевых и наибольшее — для сосняков и особенно для ельников липовых. Для начала коагуляции гуминовых кислот подстилок Раифской лесной дачи израсходовано больше раствора электролита, чем в Арском лесничестве, что соответствует величинам их оптической плотности.

Полная коагуляция гуминовых кислот подстилок насаждений Раифской лесной дачи отсутствует. Даже через 24 часа после внесения раствора электролита в них наблюдалось лишь появление хлопьев; при этом наименьшее количество раствора электролита понадобилось для гуминовых кислот подстилок липовых, несколько больше для березовых, затем сосновых и наибольшее — для гуминовых кислот подстилки еловых насаждений.

В Арском лесничестве через 24 часа после внесения раствора электролита в гуминовых кислотах подстилок еловых и сосновых и в верх-

них слоях березовых насаждений наблюдалось лишь осаждение хлопьев; в гуминовых кислотах нижних слоев подстилок березовых, дубовых и верхнего слоя подстилки липовых насаждений происходила неполная коагуляция, так как растворы оставались окрашенными в желтый цвет; полная коагуляция наблюдалась лишь в гуминовых кислотах нижнего слоя подстилки липовых насаждений. Для коагуляции гуминовых кислот нижних слоев подстилок всех насаждений потребовалось меньшее количество раствора электролита, чем для коагуляции гуминовых кислот верхних слоев их.

Результаты исследования порога коагуляции гуминовых кислот подстилок полностью совпадают с данными оптических свойств и подтверждают их.

Таким образом, обзор данных таблиц 4 и 5 показывает, что в подстилках под разными лесными насаждениями образуются гуминовые кислоты в качественном отношении различные; они играют важную роль в формировании и накоплении гумуса в почвах под пологом этих насаждений.

### Содержание гумуса и азота в почвах под разными лесными насаждениями

Содержание гумуса в почвах под лесными насаждениями сильно зависит от качества и интенсивности разложения органических веществ подстилок и превращения их в гумус.

Из таблицы 6 видно, что почвы, находящиеся под разными лесными насаждениями как в Ранфской лесной даче, так и в Арском лесничестве, по содержанию гумуса сильно отличаются. Высоким содержанием гумуса выделяются почвы липняков снытевых, несколько меньшим — дубняка кленово-липового снытевого и значительно меньшим — почвы березняков снытевых; почвы сосняков и особенно ельников липовых характеризуются наименьшим содержанием гумуса.

В пахотных горизонтах почв пашни гумуса имеется значительно меньше, чем в почвах липовых, дубовых, березовых и сосновых насаждений, но больше, чем в почвах ельников липовых. Однако в почвах пашни содержание гумуса в низ профиля падает более спокойно, чем в почвах лесных насаждений. На глубине 40—50 см по количеству гумуса существенных различий между почвами, находящимися под разными лесными насаждениями и пашней, не имеется.

В Арском лесничестве почвы благодаря тяжелому механическому составу под всеми насаждениями и пашней обладают более высоким содержанием гумуса.

Содержание валового азота в почвах под разными лесными насаждениями находится в соответствии с количеством в них гумуса.

Особенно интересными являются данные о содержании азота в гумусе и об отношении углерода гумуса к азоту. Наиболее богат азотом гумус почв липняков снытевых, затем дубняка клено-липового снытевого и пашни; меньшей насыщенностью азотом характеризуется гумус почв березняков снытевых, ельников липовых и особенно сосняков липовых. На бедность азотом гумуса почв под сосновыми насаждениями в свое время указывал Б. Д. Зайцев (1935). Соответственно содержанию азота в гумусе наиболее широкое отношение углерода гумуса к азоту имеется в почвах сосновых насаждений и более узкое — в почвах липовых насаждений.

Лесные насаждения оказывают существенное влияние и на реакцию почвенного раствора. Реакция водной суспензии верхних горизонтов почв

Содержание гумуса, азота и кислотность почв под разными  
лесными насаждениями

| Тип насаждений                         | Горизонт                      | Глубина<br>взятия<br>образца<br>в см | Гумус<br>в % | Азот<br>в % | C:N   | Содержа-<br>ние азота<br>в гумусе<br>в % | pH<br>водн. |
|----------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|--------------|-------------|-------|------------------------------------------|-------------|
| Раифская лесная дача                   |                               |                                      |              |             |       |                                          |             |
| Ельник липовый                         | A <sub>1</sub>                | 3—10                                 | 1,84         | 0,0678      | 15,78 | 3,68                                     | 5,46        |
|                                        | A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> | 10—20                                | 0,67         | 0,0271      | 14,37 | 4,04                                     | 5,41        |
|                                        | A <sub>2</sub>                | 20—30                                | 0,32         | 0,0141      | 13,42 | 4,41                                     | 5,38        |
|                                        | A <sub>2</sub>                | 30—40                                | 0,17         | 0,0082      | 12,15 | 4,55                                     | 6,12        |
|                                        | A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> | 40—50                                | 0,15         | 0,0081      | 11,06 | 5,40                                     | 5,94        |
| Сосняк липовый                         | A <sub>1</sub>                | 3—10                                 | 2,25         | 0,0756      | 17,19 | 3,36                                     | 5,78        |
|                                        | A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> | 10—20                                | 0,78         | 0,0279      | 16,15 | 3,58                                     | 5,66        |
|                                        | A <sub>2</sub>                | 20—30                                | 0,40         | 0,0165      | 13,90 | 4,12                                     | 5,12        |
|                                        | A <sub>2</sub>                | 30—40                                | 0,30         | 0,0138      | 12,32 | 4,60                                     | 6,04        |
|                                        | A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> | 40—50                                | 0,16         | 0,0079      | 11,45 | 4,94                                     | 5,82        |
| Березняк<br>снытевый                   | A <sub>1</sub>                | 2—10                                 | 2,81         | 0,1154      | 14,13 | 4,10                                     | 6,08        |
|                                        | A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> | 10—20                                | 1,08         | 0,0470      | 13,41 | 4,35                                     | 5,84        |
|                                        | A <sub>2</sub>                | 20—30                                | 0,49         | 0,0219      | 12,76 | 4,47                                     | 5,68        |
|                                        | A <sub>2</sub>                | 30—40                                | 0,31         | 0,0153      | 11,80 | 4,94                                     | 5,70        |
|                                        | A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> | 40—50                                | 0,16         | 0,0085      | 10,58 | 5,31                                     | 5,66        |
| Липняк снытевый                        | A <sub>1</sub>                | 2—10                                 | 3,54         | 0,1704      | 12,03 | 4,81                                     | 6,42        |
|                                        | A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> | 10—20                                | 2,03         | 0,1035      | 11,40 | 5,10                                     | 6,20        |
|                                        | A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> | 20—30                                | 0,85         | 0,0445      | 11,00 | 5,23                                     | 6,00        |
|                                        | A <sub>2</sub>                | 30—40                                | 0,34         | 0,0190      | 10,50 | 5,49                                     | 5,80        |
|                                        | A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> | 40—50                                | 0,18         | 0,0106      | 9,42  | 5,89                                     | 5,72        |
| Пашня                                  | A <sub>п</sub>                | 0—10                                 | 2,06         | 0,0866      | 13,74 | 4,20                                     | 5,89        |
|                                        | A <sub>п</sub>                | 10—20                                | 1,92         | 0,0842      | 13,18 | 4,38                                     | 5,72        |
|                                        | A <sub>2</sub>                | 20—30                                | 0,51         | 0,0242      | 12,37 | 4,74                                     | 5,47        |
|                                        | A <sub>2</sub>                | 30—40                                | 0,30         | 0,0144      | 11,84 | 4,80                                     | 5,79        |
|                                        | A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> | 40—50                                | 0,16         | 0,0086      | 10,45 | 5,37                                     | 5,48        |
| Арское лесничество                     |                               |                                      |              |             |       |                                          |             |
| Ельник липовый                         | A <sub>1</sub>                | 4—10                                 | 4,71         | 0,2399      | 11,38 | 5,09                                     | 5,65        |
|                                        | A <sub>1</sub>                | 10—20                                | 3,36         | 0,1816      | 10,74 | 5,40                                     | 5,50        |
|                                        | A <sub>2</sub>                | 20—30                                | 1,75         | 0,1036      | 9,75  | 5,92                                     | 5,32        |
|                                        | A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> | 30—40                                | 0,72         | 0,0492      | 8,54  | 6,83                                     | 5,20        |
|                                        | B <sub>1</sub>                | 40—50                                | 0,51         | 0,0368      | 8,16  | 7,21                                     | 5,23        |
| Сосняк липовый                         | A <sub>1</sub>                | 4—10                                 | 5,59         | 0,2555      | 12,68 | 4,57                                     | 5,88        |
|                                        | A <sub>1</sub>                | 10—20                                | 4,02         | 0,1965      | 11,86 | 4,89                                     | 5,67        |
|                                        | A <sub>2</sub>                | 20—30                                | 1,86         | 0,1019      | 10,60 | 5,48                                     | 5,39        |
|                                        | A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> | 30—40                                | 0,84         | 0,0529      | 9,26  | 6,30                                     | 5,30        |
|                                        | B <sub>1</sub>                | 40—50                                | 0,53         | 0,0368      | 8,42  | 6,94                                     | 5,51        |
| Березняк<br>снытевый                   | A <sub>1</sub>                | 2—10                                 | 6,36         | 0,3442      | 10,69 | 5,41                                     | 6,09        |
|                                        | A <sub>1</sub>                | 10—20                                | 4,48         | 0,2529      | 10,24 | 5,60                                     | 5,75        |
|                                        | A <sub>2</sub>                | 20—30                                | 2,12         | 0,1259      | 9,77  | 5,94                                     | 5,57        |
|                                        | A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> | 30—40                                | 0,91         | 0,0505      | 8,76  | 6,65                                     | 5,42        |
|                                        | B <sub>1</sub>                | 40—50                                | 0,54         | 0,0368      | 8,15  | 6,81                                     | 5,74        |
| Дубняк клено-<br>липовый сныте-<br>вый | A <sub>1</sub>                | 2—10                                 | 7,09         | 0,4275      | 9,59  | 6,03                                     | 6,24        |
|                                        | A <sub>1</sub>                | 10—20                                | 4,96         | 0,3106      | 9,24  | 6,26                                     | 5,89        |
|                                        | A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> | 20—30                                | 2,63         | 0,1733      | 8,77  | 6,59                                     | 5,82        |
|                                        | A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> | 30—40                                | 1,05         | 0,0770      | 7,94  | 6,66                                     | 5,50        |
|                                        | B <sub>1</sub>                | 40—50                                | 0,50         | 0,0438      | 7,76  | 7,42                                     | 5,52        |

| Тип насаждений  | Горизонт                      | Глубина<br>взятия<br>образца<br>в см. | Гумус<br>в % | Азот<br>в % | C:N   | Содержа-<br>ние азота<br>в гумусе<br>в % | pH<br>водн. |
|-----------------|-------------------------------|---------------------------------------|--------------|-------------|-------|------------------------------------------|-------------|
| Липняк снытевый | A <sub>1</sub>                | 2—10                                  | 7,90         | 0,5022      | 9,10  | 6,36                                     | 6,41        |
|                 | A <sub>1</sub>                | 10—20                                 | 5,12         | 0,3422      | 8,65  | 6,68                                     | 5,95        |
|                 | A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> | 20—30                                 | 3,38         | 0,2465      | 7,95  | 7,29                                     | 5,83        |
|                 | A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> | 30—40                                 | 1,19         | 0,0890      | 7,75  | 7,48                                     | 5,67        |
|                 | B <sub>1</sub>                | 40—50                                 | 0,62         | 0,0479      | 7,52  | 7,73                                     | 5,70        |
| Пашня           | A <sub>п</sub>                | 0—10                                  | 4,28         | 0,2403      | 10,32 | 5,61                                     | 6,02        |
|                 | A <sub>п</sub>                | 10—20                                 | 4,12         | 0,2348      | 10,18 | 5,70                                     | 5,87        |
|                 | A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> | 20—30                                 | 2,16         | 0,1311      | 9,32  | 6,21                                     | 5,45        |
|                 | A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> | 30—40                                 | 0,96         | 0,0647      | 8,65  | 6,74                                     | 5,40        |
|                 | B <sub>1</sub>                | 40—50                                 | 0,56         | 0,0397      | 8,05  | 7,09                                     | 5,60        |

в Раифской лесной даче и в Арском лесничестве под липняками снытевыми близка к нейтральной (6,41—6,42); почвы под дубняком клено-липовом снытевыми (6,24), березняками снытевыми (6,08—6,09), а также почвы пашни (5,89—6,02) характеризуются слабокислой реакцией; почвы же сосняков липовых (5,78—5,88) и ельников липовых (5,46—5,65) имеют более кислую реакцию. В низ профиля почв под всеми насаждениями, а также и почв пашни кислотность увеличивается, причем более сильное подкисление наблюдается в почвах хвойных насаждений. В Раифской лесной даче в подзолистых горизонтах почв ельника и сосняка липовых, а также почвы пашни происходит некоторое уменьшение кислотности, что вызвано бедностью этих горизонтов как органическими, так и минеральными коллоидами. В подзолистых горизонтах почв коллоиды, насыщенные ионом водорода, и подвижные формы гумусовых кислот, не задерживаясь, уходят вниз, где они вызывают более кислую реакцию.

#### Изменение группового и фракционного состава гумуса почв под влиянием разных лесных насаждений

В почвах, находящихся длительное время под лесными насаждениями, изменяется не только валовое содержание гумуса, но и его групповой и фракционный состав.

Из таблицы 7 видно, что в составе гумуса всех почв содержится значительное количество соединений группы воско-смоля, экстрагируемых спирто-бензольной смесью. Особенно высоким содержанием их выделяется гумус почв еловых и сосновых насаждений, в верхних горизонтах которых количество воско-смоля составляет соответственно 10,34—11,73% и 10,20—11,20% от общего содержания углерода в них. Несколько меньше их содержится в гумусе почв дубовых (9,07%), березовых (8,88—9,69%) и затем в почвах липовых насаждений (6,29—6,77%). В гумусе верхних горизонтов почв пашни этих веществ имеется от 7,38 до 7,65% от общего содержания углерода в них. Однако в низ профиля почв под всеми насаждениями, а также и в почвах пашни содержание в составе гумуса соединений этой группы резко повышается и достигает максимума в нижних горизонтах. Здесь опять-таки наиболее высокое содержание их наблюдается в составе гумуса почв еловых (23,58%) и затем сосновых (20,25%) насаждений. Сравнивая почвы под одноименными насаждениями Раифской лесной дачи и Арского лесничества можно заметить, что в составе гумуса почв Раифской лесной дачи, характеризующихся

Групповой и фракционный состав гумуса почв под разными лесными насаждениями  
(в % С от исходного содержания С)

| Тип на-<br>саждения  | Горизонт | Глубина об-<br>разования в см | Исходное<br>содержа-<br>ние С | Раствори-<br>мые в спир-<br>те тобензоле | Раствори-<br>мые в 1,0 н.<br>р-ре $\text{Na}_2\text{SO}_4$ | Гуминовые кислоты |      |      |       | Фульвокислоты |         |       |      | [паронизуе-<br>мые в 0,5 н.<br>р-ре $\text{H}_2\text{SO}_4$<br>Нейтрально-<br>лизимый<br>остаток | С г. к.<br>С ф. к. |       |      |
|----------------------|----------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------|------|------|-------|---------------|---------|-------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------|------|
|                      |          |                               |                               |                                          |                                                            | фракции           |      |      | сумма | 1а            | фракции |       |      |                                                                                                  |                    | сумма |      |
|                      |          |                               |                               |                                          |                                                            | 1                 | 2    | 3    |       |               | 1       | 2     | 3    |                                                                                                  |                    |       |      |
| Ранфская лесная дача |          |                               |                               |                                          |                                                            |                   |      |      |       |               |         |       |      |                                                                                                  |                    |       |      |
| Ельник<br>липовый    | $A_1$    | 3-10                          | 1,07                          | 11,73                                    | 3,65                                                       | 13,96             | 2,97 | 2,57 | 19,50 | 2,77          | 19,30   | 4,24  | 6,63 | 32,94                                                                                            | 3,96               | 28,02 | 0,59 |
|                      | $A_1A_2$ | 10-20                         | 0,39                          | 14,10                                    | 3,51                                                       | 16,16             | 2,57 | 1,57 | 20,30 | 9,23          | 20,24   | 2,56  | 7,33 | 39,36                                                                                            | 3,84               | 19,33 | 0,52 |
|                      | $A_2$    | 20-30                         | 0,19                          | 19,61                                    | 3,05                                                       | 16,21             | 0,78 | 0,36 | 17,35 | 12,63         | 22,11   | 2,12  | 3,65 | 40,51                                                                                            | 2,12               | 17,62 | 0,43 |
|                      | $A_2$    | 30-40                         | 0,10                          | 23,58                                    | 3,91                                                       | 14,34             | 0    | 0    | 14,34 | 13,75         | 25,08   | 1,18  | 1,80 | 42,81                                                                                            | 0,84               | 14,95 | 0,34 |
| Сосняк<br>липовый    | $A_1$    | 3-10                          | 1,31                          | 11,20                                    | 3,89                                                       | 13,11             | 3,70 | 2,77 | 19,58 | 2,52          | 16,10   | 6,90  | 5,04 | 30,56                                                                                            | 4,18               | 30,15 | 0,64 |
|                      | $A_1A_2$ | 10-20                         | 0,45                          | 12,63                                    | 3,87                                                       | 13,81             | 2,86 | 2,86 | 19,53 | 7,38          | 16,66   | 4,30  | 5,76 | 34,10                                                                                            | 3,55               | 26,70 | 0,57 |
|                      | $A_2$    | 20-30                         | 0,23                          | 16,08                                    | 3,65                                                       | 15,04             | 1,32 | 1,03 | 17,39 | 10,87         | 18,95   | 3,42  | 3,93 | 37,17                                                                                            | 2,68               | 21,76 | 0,47 |
|                      | $A_2$    | 30-40                         | 0,17                          | 20,25                                    | 4,38                                                       | 14,18             | 0,64 | 0    | 14,82 | 11,82         | 22,73   | 2,05  | 2,01 | 38,61                                                                                            | 1,41               | 19,62 | 0,38 |
| Березняк<br>снытевый | $A_1$    | 2-10                          | 1,63                          | 9,69                                     | 3,07                                                       | 12,74             | 4,14 | 3,86 | 20,74 | 2,05          | 14,65   | 8,20  | 5,12 | 30,02                                                                                            | 4,20               | 31,80 | 0,69 |
|                      | $A_1A_2$ | 10-20                         | 0,63                          | 11,40                                    | 2,83                                                       | 13,86             | 2,81 | 3,16 | 19,83 | 7,00          | 15,50   | 5,38  | 6,15 | 34,03                                                                                            | 3,86               | 27,44 | 0,58 |
|                      | $A_1A_2$ | 20-30                         | 0,28                          | 13,81                                    | 2,68                                                       | 16,00             | 2,20 | 1,08 | 19,28 | 10,80         | 16,12   | 4,83  | 5,88 | 37,63                                                                                            | 2,18               | 24,83 | 0,51 |
|                      | $A_2$    | 30-40                         | 0,18                          | 17,60                                    | 3,47                                                       | 15,50             | 1,84 | 0,35 | 17,69 | 11,70         | 22,00   | 3,28  | 3,96 | 40,94                                                                                            | 0,96               | 20,32 | 0,43 |
| Липняк<br>снытевый   | $A_1$    | 2-10                          | 2,05                          | 6,77                                     | 2,56                                                       | 10,95             | 7,00 | 6,15 | 24,10 | 1,23          | 11,56   | 10,45 | 7,29 | 30,53                                                                                            | 4,48               | 31,88 | 0,80 |
|                      | $A_1A_2$ | 10-20                         | 1,18                          | 8,32                                     | 2,41                                                       | 12,81             | 4,90 | 4,79 | 22,50 | 4,24          | 13,36   | 7,95  | 6,33 | 31,88                                                                                            | 3,98               | 30,24 | 0,71 |
|                      | $A_1A_2$ | 20-30                         | 0,49                          | 10,28                                    | 2,44                                                       | 13,61             | 3,72 | 3,42 | 20,75 | 8,36          | 16,69   | 4,85  | 5,69 | 35,59                                                                                            | 2,86               | 26,55 | 0,58 |
|                      | $A_2$    | 30-40                         | 0,20                          | 15,84                                    | 3,38                                                       | 14,70             | 3,11 | 1,86 | 19,67 | 10,00         | 19,64   | 3,68  | 5,01 | 38,33                                                                                            | 2,61               | 19,76 | 0,51 |
| Пашня                | $A_n$    | 0-10                          | 1,19                          | 7,65                                     | 2,91                                                       | 12,32             | 3,42 | 2,86 | 18,60 | 2,02          | 14,04   | 7,60  | 4,20 | 27,86                                                                                            | 3,16               | 39,23 | 0,67 |
|                      | $A_n$    | 10-20                         | 1,11                          | 8,94                                     | 2,98                                                       | 13,38             | 3,25 | 2,95 | 19,58 | 4,85          | 16,85   | 6,53  | 4,96 | 33,19                                                                                            | 3,28               | 32,74 | 0,59 |
|                      | $A_2$    | 20-30                         | 0,30                          | 13,38                                    | 2,78                                                       | 12,70             | 2,06 | 1,24 | 16,00 | 9,23          | 18,41   | 3,40  | 2,35 | 33,39                                                                                            | 2,80               | 31,04 | 0,48 |
|                      | $A_2$    | 30-40                         | 0,17                          | 16,21                                    | 3,41                                                       | 13,14             | 1,17 | 0,92 | 15,23 | 10,45         | 20,33   | 2,18  | 1,14 | 34,10                                                                                            | 1,26               | 30,00 | 0,47 |
| Арсское лесничество  |          |                               |                               |                                          |                                                            |                   |      |      |       |               |         |       |      |                                                                                                  |                    |       |      |
| Ельник<br>липовый    | $A_1$    | 4-10                          | 2,73                          | 10,34                                    | 2,78                                                       | 14,22             | 5,21 | 2,41 | 21,84 | 1,91          | 19,63   | 6,47  | 5,80 | 33,81                                                                                            | 2,92               | 28,85 | 0,65 |
|                      | $A_1$    | 10-20                         | 1,95                          | 12,19                                    | 2,31                                                       | 16,78             | 4,17 | 1,87 | 22,82 | 3,66          | 21,30   | 5,80  | 4,92 | 35,68                                                                                            | 2,57               | 24,10 | 0,63 |
|                      | $A_2$    | 20-30                         | 1,02                          | 15,81                                    | 2,51                                                       | 18,31             | 2,08 | 0,45 | 20,84 | 4,28          | 27,28   | 5,41  | 4,39 | 41,36                                                                                            | 1,90               | 18,26 | 0,50 |
|                      | $A_2B_1$ | 30-40                         | 0,42                          | 17,95                                    | 4,04                                                       | 8,94              | 5,84 | 2,50 | 17,28 | 5,15          | 29,31   | 6,15  | 5,09 | 45,70                                                                                            | 2,46               | 13,20 | 0,38 |
|                      | $B_1$    | 40-50                         | 0,30                          | 19,78                                    | 4,92                                                       | 4,61              | 6,46 | 3,81 | 14,88 | 8,59          | 30,19   | 6,62  | 5,23 | 50,63                                                                                            | 1,60               | 9,06  | 0,29 |

Продолжение таблицы 7

| Тип на-саждения               | Горизонт                      | Глубина об-разца в см | Исходное содержание С | Раствори-мые в спир-те тобензоле | Раствори-мые в 1,0 н. р-ре Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Гуминовые кислоты |       |      |       |      | Фульвокислоты |       |      |       |      | Гидролизу-емые в 0,5 н. р-ре H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Тетрамо-данический остаток | С.г.к.<br>С.ф.к. |
|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------|-------|------|-------|------|---------------|-------|------|-------|------|-------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------|
|                               |                               |                       |                       |                                  |                                                            | фракции           |       |      | сумма | 1а   | фракции       |       |      | сумма |      |                                                             |                            |                  |
|                               |                               |                       |                       |                                  |                                                            | 1                 | 2     | 3    |       |      | 1             | 2     | 3    |       |      |                                                             |                            |                  |
| Сосняк липовый                | A <sub>1</sub>                | 4-10                  | 3,24                  | 10,20                            | 2,86                                                       | 13,11             | 5,89  | 2,90 | 21,90 | 1,31 | 17,86         | 7,18  | 5,23 | 31,58 | 3,12 | 30,62                                                       | 0,69                       |                  |
|                               | A <sub>1</sub>                | 10-20                 | 2,33                  | 11,83                            | 2,33                                                       | 17,00             | 4,72  | 1,41 | 23,13 | 2,08 | 21,25         | 5,91  | 5,04 | 34,28 | 2,67 | 25,70                                                       | 0,67                       |                  |
|                               | A <sub>2</sub>                | 20-30                 | 1,08                  | 14,96                            | 2,65                                                       | 19,32             | 3,10  | 0,38 | 22,80 | 3,23 | 26,04         | 5,28  | 3,89 | 38,44 | 1,87 | 20,11                                                       | 0,59                       |                  |
|                               | A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> | 30-40                 | 0,49                  | 17,08                            | 4,21                                                       | 6,65              | 7,13  | 2,76 | 16,54 | 4,88 | 27,83         | 5,21  | 4,01 | 41,93 | 2,13 | 18,15                                                       | 0,40                       |                  |
|                               | B <sub>1</sub>                | 40-50                 | 0,31                  | 18,91                            | 4,38                                                       | 3,28              | 7,80  | 3,89 | 14,97 | 6,79 | 29,01         | 9,05  | 5,33 | 50,18 | 2,64 | 10,18                                                       | 0,30                       |                  |
| Березняк сытевый              | A <sub>1</sub>                | 2-10                  | 3,69                  | 8,88                             | 2,50                                                       | 11,95             | 6,72  | 3,06 | 21,73 | 0,96 | 16,18         | 8,83  | 4,23 | 30,20 | 2,98 | 33,18                                                       | 0,72                       |                  |
|                               | A <sub>1</sub>                | 10-20                 | 2,60                  | 10,21                            | 2,51                                                       | 14,82             | 5,01  | 2,74 | 22,57 | 1,92 | 20,04         | 6,95  | 4,02 | 32,93 | 2,79 | 27,84                                                       | 0,69                       |                  |
|                               | A <sub>2</sub>                | 20-30                 | 1,23                  | 12,46                            | 2,58                                                       | 17,50             | 3,55  | 0,95 | 22,00 | 2,74 | 24,65         | 5,58  | 3,80 | 36,77 | 2,01 | 24,05                                                       | 0,60                       |                  |
|                               | A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> | 30-40                 | 0,53                  | 15,36                            | 3,72                                                       | 6,12              | 7,15  | 3,16 | 16,43 | 5,03 | 22,38         | 7,76  | 4,65 | 39,82 | 2,63 | 22,37                                                       | 0,44                       |                  |
|                               | B <sub>1</sub>                | 40-50                 | 0,31                  | 16,85                            | 4,05                                                       | 3,05              | 8,04  | 2,80 | 13,89 | 5,90 | 24,51         | 10,15 | 3,80 | 44,36 | 3,12 | 16,88                                                       | 0,32                       |                  |
| Дубняк кленолопо-вый сыте-вый | A <sub>1</sub>                | 2-10                  | 4,11                  | 9,07                             | 2,51                                                       | 11,21             | 8,36  | 4,63 | 24,20 | 0,83 | 15,01         | 9,70  | 5,65 | 31,19 | 1,21 | 33,43                                                       | 0,77                       |                  |
|                               | A <sub>1</sub>                | 10-20                 | 2,88                  | 11,15                            | 2,38                                                       | 13,35             | 5,90  | 3,95 | 23,20 | 1,53 | 17,70         | 7,18  | 4,48 | 30,89 | 2,02 | 30,58                                                       | 0,75                       |                  |
|                               | A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> | 20-30                 | 1,53                  | 14,02                            | 2,83                                                       | 14,42             | 5,49  | 2,44 | 22,35 | 1,90 | 22,05         | 6,84  | 4,12 | 34,91 | 1,35 | 25,65                                                       | 0,64                       |                  |
|                               | A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> | 30-40                 | 0,61                  | 16,95                            | 3,98                                                       | 5,18              | 8,64  | 3,80 | 17,62 | 3,19 | 21,81         | 8,88  | 4,87 | 38,75 | 1,50 | 22,43                                                       | 0,46                       |                  |
|                               | B <sub>1</sub>                | 40-50                 | 0,29                  | 18,63                            | 4,69                                                       | 2,33              | 9,70  | 3,87 | 15,90 | 5,64 | 22,69         | 13,61 | 4,44 | 45,78 | 2,79 | 14,22                                                       | 0,35                       |                  |
| Липняк сытевый                | A <sub>1</sub>                | 2-10                  | 4,58                  | 6,29                             | 2,28                                                       | 9,10              | 10,15 | 6,12 | 25,37 | 0,41 | 14,58         | 10,75 | 4,78 | 30,52 | 2,17 | 34,16                                                       | 0,83                       |                  |
|                               | A <sub>1</sub>                | 10-20                 | 2,97                  | 8,94                             | 2,07                                                       | 11,21             | 7,88  | 4,96 | 24,05 | 0,92 | 16,40         | 9,16  | 4,14 | 30,62 | 1,99 | 22,14                                                       | 0,78                       |                  |
|                               | A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> | 20-30                 | 1,96                  | 11,87                            | 2,64                                                       | 12,63             | 6,74  | 2,35 | 21,77 | 1,72 | 20,60         | 6,98  | 3,62 | 32,92 | 1,60 | 28,61                                                       | 0,66                       |                  |
|                               | A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> | 30-40                 | 0,69                  | 15,23                            | 3,89                                                       | 4,14              | 9,35  | 3,18 | 16,67 | 2,11 | 18,25         | 9,15  | 3,81 | 33,32 | 2,18 | 27,79                                                       | 0,50                       |                  |
|                               | B <sub>1</sub>                | 40-50                 | 0,36                  | 16,41                            | 4,26                                                       | 3,40              | 7,81  | 3,94 | 15,15 | 4,35 | 20,87         | 9,80  | 5,42 | 40,44 | 3,03 | 19,15                                                       | 0,38                       |                  |
| Пашня                         | A <sub>п</sub>                | 0-10                  | 2,48                  | 7,38                             | 2,67                                                       | 10,05             | 6,95  | 3,45 | 20,45 | 1,06 | 14,44         | 7,63  | 4,93 | 28,06 | 2,87 | 39,00                                                       | 0,73                       |                  |
|                               | A <sub>п</sub>                | 10-20                 | 2,39                  | 7,62                             | 2,74                                                       | 12,37             | 6,03  | 2,18 | 20,58 | 1,37 | 16,36         | 7,42  | 4,26 | 29,41 | 2,05 | 37,34                                                       | 0,70                       |                  |
|                               | A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> | 20-30                 | 1,25                  | 12,04                            | 2,86                                                       | 13,14             | 5,34  | 1,90 | 20,38 | 2,08 | 23,51         | 6,46  | 4,35 | 35,40 | 2,17 | 28,31                                                       | 0,58                       |                  |
|                               | A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> | 30-40                 | 0,56                  | 16,83                            | 3,36                                                       | 5,51              | 6,06  | 3,65 | 15,22 | 3,01 | 20,05         | 6,71  | 4,09 | 33,86 | 1,72 | 26,22                                                       | 0,45                       |                  |
|                               | B <sub>1</sub>                | 40-50                 | 0,32                  | 17,34                            | 3,95                                                       | 3,72              | 6,40  | 3,72 | 13,84 | 4,86 | 22,40         | 7,24  | 5,35 | 39,85 | 2,82 | 21,84                                                       | 0,35                       |                  |

легким механическим составом и более сильной оподзоленностью, процентное содержание группы воско-смола выше, чем в гумусе почв Арского лесничества.

Группа соединений, растворимых в 1,0 н растворе  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  при декальцировании почв, которая, по И. В. Тюрину (1951а) и М. М. Кононовой (1951, 1963), состоит из различных индивидуальных органических соединений — продуктов распада растительных и животных остатков, а также отчасти собственно гумусовых веществ, в составе гумуса наших почв имеется в небольшом количестве. Несколько большим содержанием этих легкорастворимых соединений характеризуется гумус почв сосновых (2,86—3,89%) и еловых (2,78—3,65%) насаждений, что обусловлено относительно высоким содержанием их в подстилке названных типов леса. В верхних же горизонтах почв березовых, дубовых, липовых насаждений и пашни количество этих соединений в составе гумуса не превышает соответственно 2,50—3,07%, 2,51%, 2,28—2,56% и 2,67—2,91% от общего содержания углерода в них. В низ профиля в почвах Раифской лесной дачи количество их в составе гумуса постепенно уменьшается и на глубине 30—40 см снова заметно повышается. В почвах Арского лесничества слабое уменьшение содержания названных соединений в составе гумуса наблюдается, за исключением почвы пашни, лишь на глубине 10—20 см; затем в низ профиля почв происходит увеличение их количества, причем более сильное в гумусе нижних горизонтов почв еловых, дубовых и сосновых насаждений.

Особенно большой интерес представляет содержание в составе гумуса почв разных фракций гуминовых кислот. Все исследуемые почвы как в Раифской лесной даче, так и в Арском лесничестве характеризуются высоким содержанием гуминовых кислот фракции 1, свободных и связанных с подвижными  $\text{R}_2\text{O}_3$  (бурые гуминовые кислоты). Наибольшее количество их наблюдается в почвах еловых (13,96—14,22%) и сосновых (13,11%) насаждений; несколько меньше их содержится в почвах березовых (11,95—12,74%), дубовых (11,21%) насаждений и еще более низким содержанием характеризуются почвы липняков снытовых (9,10—10,95%). Почвы же пашни по содержанию бурых гуминовых кислот занимают в Раифской лесной даче промежуточное положение между березовыми и липовыми, а в Арском лесничестве — между дубовыми и липовыми насаждениями. Количество гуминовых кислот фракции 1 от верхнего горизонта почв до глубины 20—30 см постепенно увеличивается; с глубины же 30—40 см, за исключением почв липняка снытового и пашни Раифской лесной дачи, оно снова уменьшается, причем в почвах Арского лесничества очень резко.

Гуминовые кислоты фракции 2, связанные с Са (черные гуминовые кислоты), в исследуемых почвах содержатся в небольшом количестве; особенно это относится к почвам Раифской лесной дачи. Так, в верхних горизонтах почв выше названного лесного массива гуминовые кислоты фракции 2 содержатся под еловыми насаждениями — 2,97%, сосновыми — 3,70%, березовыми — 4,14%, липовыми — 7,00% и в почве пашни — 3,42% от общего содержания углерода в них. В низ профиля почв всех насаждений и пашни количество их уменьшается и на глубине 30—40 см составляет небольшую величину; причем в почве ельника липового на этой глубине они не были обнаружены.

В Арском лесничестве, так же как в Раифской лесной даче, наименьшее содержание черных гуминовых кислот (фракция 2) наблюдается в почвах еловых (5,21%) и сосновых (5,89%) насаждений; в почвах же березовых, дубовых, липовых насаждений и пашни их имеется соответственно 6,72%, 8,36%, 10,15% и 6,95% от общего количества углерода в них. В низ профиля почв всех насаждений и пашни количество гуминовых

кислот фракции 2 до глубины 20—30 см уменьшается, а глубже — в горизонтах  $A_2B_1$  и  $B_1$  снова увеличивается; лишь в почве липняка снытевого на глубине 40—50 см наблюдается дальнейшее их уменьшение.

Гуминовые кислоты фракции 3, связанные с устойчивыми формами  $R_2O_3$ , содержатся в небольших количествах. В почвах под разными лесными насаждениями они распределяются аналогично распределению гуминовых кислот фракции 2, т. е. относительно больше величины их наблюдаются в почвах липняков снытевых и наименьшие — в почвах ельников липовых.

Рассматривая общее содержание гуминовых кислот в исследуемых почвах, можно заметить, что сравнительно больше их имеется в почвах под липняками снытевыми (24,10—25,37%) несколько меньше — дубняком клено-липовым снытевым (24,20%) и значительно меньше — в почвах под березняками снытевыми (20,74—21,73%); почвы ельников и сосняков липовых, а также почва пашни характеризуются наименьшей величиной суммы гуминовых кислот. В почвах под еловыми и сосновыми насаждениями они состоят в основном из наиболее подвижной фракции 1. Повышенное содержание гуминовых кислот, особенно в почвах под липовыми и дубовыми насаждениями, обусловлено более интенсивным поступлением их из подстилок, наиболее, как было указано выше, богатых ими. Поступающие из подстилки гуминовые кислоты аккумулируются в основном до глубины 20 см; книзу количество их постепенно уменьшается. В почвах Арского лесничества содержание бурых гуминовых кислот особенно резко падает с глубины 30—40 см; возможно, это объясняется повышенным содержанием в этих горизонтах кальция, под влиянием которого они переходят в гуматы кальция (фракция 2). Высказанное предположение подтверждается значительным увеличением количества последних в этих горизонтах.

Не менее интересным является также влияние разных лесных насаждений на содержание в составе гумуса почв фульвокислот. В почвах под всеми насаждениями, а также и в почве пашни, в отличие от подстилки, появляются свободные фульвокислоты (фракция 1а). Сильное повышение содержания этой фракции фульвокислот с глубиной во всех почвах говорит о наиболее сильной их подвижности. Как в Раифской лесной даче, так и в Арском лесничестве большим содержанием фульвокислот фракции 1а отличаются почвы под ельниками липовыми, за ними следует в убывающем порядке почвы под сосняками липовыми, под березняками снытевыми и почвы пашни; почвы под дубняком клено-липовым снытевым и особенно под липняками снытевыми содержат наименьшее количество фульвокислот этой фракции. Почвы всех насаждений Арского лесничества содержат фульвокислот фракции 1а значительно меньше, чем почвы одноименных насаждений Раифской лесной дачи; это обусловлено более сильной оподзоленностью и легким механическим составом почв последних.

Все исследуемые почвы характеризуются высоким содержанием фульвокислот фракции 1, входящих в состав полимерных комплексов с первой фракцией бурых гуминовых кислот. Наибольшее количество фульвокислот этой фракции, как и фракции 1а, имеется в почвах под еловыми и наименьшее — в почвах под липовыми насаждениями. Так, если в верхнем горизонте почв под ельниками липовыми их содержится 19,30—19,63%, под сосняками липовыми 16,10—17,86%, то под березняками снытевым их имеется 14,65—16,18%, под дубняком клено-липовым снытевым 15,01% и под липняками снытевыми всего лишь 11,56—14,58%; почвы же пашни по количеству фульвокислот фракции 1 занимают место между почвами березовых и липовых насаждений. В низ профиля всех почв содержание фульвокислот этой фракции повышается и дости-

гают в нижних горизонтах почв под липовыми 20,87%, а под еловыми насаждениями даже 30,19% от общего содержания углерода в них.

Фульвокислоты фракции 2 и 3 во всех почвах по сравнению с содержанием в них фульвокислот фракции 1 имеются в небольших количествах. Содержание их в почвах под разными лесными насаждениями и распределение по профилю почв аналогично распределению гуминовых кислот соответствующих фракций 2 и 3, с которыми они входят в состав полимерных комплексов.

Сумма всех фракций фульвокислот в Раифской лесной даче является наибольшей в почвах под еловыми, меньшей под сосновыми и наименьшей под березовыми и липовыми насаждениями. Вниз профиля почв количество их увеличивается и на глубине 30—40 см (гор.  $A_2$ ) доходит под ельником липовым до 42,81%, под сосняком липовым до 38,61% и под липняком снытевым до 38,33%. Следует указать, что на этой глубине в почве под березняком снытевым по сравнению с почвой сосняка липового наблюдается одновременно с большим содержанием гуминовых кислот и повышенное количество фульвокислот (40,94%), обусловленное, по-видимому, некоторым выносом вновь образуемых гумусовых соединений из верхних горизонтов почвы.

В Арском лесничестве, так же как и в Раифской лесной даче, наибольшее содержание фульвокислот наблюдается в почвах под еловыми, меньше под сосновыми и дубовыми и еще меньше — под березовыми и липовыми насаждениями. В низ профиля почв количество фульвокислот повышается и достигает максимума в горизонте  $B_1$ , где оно составляет в почвах под еловыми 50,63%, под сосновыми 50,18%, под дубовыми 45,78% и под березовыми и липовыми насаждениями соответственно 44,36% и 40,44% от общего содержания углерода в них.

Почвы пашни Раифской лесной дачи и Арского лесничества характеризуются наименьшим содержанием фульвокислот; с глубиной их количество в них постепенно повышается; однако даже в нижних горизонтах по сравнению с их количеством на той же глубине других почв оно остается самым низким.

Группа соединений, гидролизующихся 0,5 и 1,0 н. растворами  $H_2SO_4$ , во всех почвах имеется в небольшом количестве. Величина их в низ профиля до горизонта  $A_2$  постепенно уменьшается и в горизонтах  $A_2B_1$  и  $B_1$  почв Арского лесничества, за исключением горизонта  $B_1$  почвы ельника липового, снова несколько повышается. Сравнение почв Раифской лесной дачи по содержанию гидролизующихся в 0,5—1,0 н. растворе  $H_2SO_4$  соединений с почвами Арского лесничества показывает, что в первых почвах их значительно больше, чем во вторых.

Негидролизующийся остаток (гумины) гумусовых веществ в наибольшем количестве имеется в почвах пашни (39,00—39,23%); в почвах под лесными насаждениями его больше под липняками снытевыми (31,88—34,16%); затем в убывающем порядке следуют почвы дубовых (33,63%), березовых (31,80—33,18%) и сосновых насаждений (30,15—30,62%); в почвах ельников липовых негидролизующегося остатка содержится меньше всего (28,02—28,85%). С глубиной во всех почвах происходит уменьшение количества негидролизующегося остатка, причем оно опять-таки наиболее сильно выражено в почвах под еловыми и в несколько меньшей степени под сосновыми насаждениями.

Таким образом, в гумусовом комплексе даже верхних горизонтов почв еловых и основных насаждений в количественном отношении первое место занимает группа фульвокислот, второе — негидролизующийся остаток и затем группа гуминовых кислот.

В верхних горизонтах почв пашни и под липовыми, дубовыми и березовыми насаждениями среди групп гумусового комплекса первое ме-

сто занимает негидролизуемый остаток, второе — группа фульвокислот и третье — группа гуминовых кислот. В нижних горизонтах всех почв содержание фульвокислот превышает содержание других групп соединений гумусового комплекса.

Величина отношения  $C_{г.к.} : C_{ф.к.}$  наглядно показывает, что доля участия гуминовых кислот и фульвокислот в составе гумуса почв разных лесных насаждений неодинаковая. Так, если в верхних горизонтах почв отношение  $C_{г.к.} : C_{ф.к.}$  равно под еловыми 0,59—0,65, под сосновыми насаждениями 0,64—0,69, то под березовыми, дубовыми и липовыми она равна соответственно 0,69—0,72, 0,77 и 0,80—0,83; почвы пашни по величине отношения  $C_{г.к.} : C_{ф.к.}$  занимают место в Раифской лесной даче между сосновыми и березовыми (0,67), а в Арском лесничестве — между березовыми и дубовыми насаждениями (0,73). В низ профиля в почвах всех насаждений и пашни отношение  $C_{г.к.} : C_{ф.к.}$  резко сужается, что обусловлено сильным увеличением содержания фульвокислот в нижних горизонтах.

Таким образом, под влиянием лесных насаждений в групповом и фракционном составе гумуса почв произошли существенные изменения. Они вызваны неодинаковым поступлением в почву под разными лесными насаждениями растворимых продуктов разложения качественно различных подстилок. Лучшим групповым и фракционным составом гумусовых веществ в смысле накопления гумуса и других питательных элементов в верхних горизонтах обладают почвы под липняками снытевыми; затем в нисходящем порядке располагаются почвы под дубняком клено-липовым снытевым, пашни, под березняками снытевыми, под сосняками и наконец под ельниками липовыми. Групповой и фракционный состав гумуса в почвах двух последних типов леса является особенно неблагоприятным для накопления гумуса и других питательных веществ; в составе гумуса этих почв играют большую роль легкоподвижные органические соединения типа фульвокислот.

#### **Оптические свойства и порог коагуляции гуминовых кислот почв разных лесных насаждений**

Выше указывалось, что даже в одинаковых почвенно-климатических условиях под длительным воздействием разных лесных насаждений изменяется не только групповой состав гумусовых веществ почв, но и фракционный состав их гуминовых кислот. Последние являются основной группой гумусовых веществ, и накопление гумуса в почвах находится в тесной зависимости именно от содержания гуминовых кислот (И. В. Тюрин, 1949, 1951а).

Если фракционный состав гуминовых кислот в почвах, находящихся под разными лесными насаждениями, неодинаковый, что было показано выше, то возникает вопрос о том, имеются ли различия в свойствах гуминовых кислот одной и той же фракции, извлеченных из выше названных почв?

Чтобы ответить на этот вопрос, мы изучили оптические свойства и отношение к электролитам (порог коагуляции) черных гуминовых кислот фракции 2, выделенных из исследуемых почв после их декальцирования.

Как видно из данных таблицы 8, гуминовые кислоты, выделенные из почв под разными лесными насаждениями, различаются между собой по значению коэффициента ослабления света. Эти различия особенно ясно заметны в синей части спектра (в области коротких волн). Наименьшими величинами оптической плотности характеризуются гуминовые кислоты почв еловых насаждений; несколько большую оптическую плотность имеют гуминовые кислоты сосновых и березовых насаждений и

Таблица 8

Коэффициент ослабления света (Е) в различных частях спектра гуминовыми кислотами почв под разными лесными насаждениями

| Тип насаждений        | Гори-<br>зонт                 | Глубина<br>взятия об-<br>разца в см | Длина волны (λ) в мμ |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------|-------------------------------|-------------------------------------|----------------------|------|------|------|------|------|------|
|                       |                               |                                     | 726                  | 665  | 619  | 574  | 533  | 496  | 465  |
| Раифская лесная дача  |                               |                                     |                      |      |      |      |      |      |      |
| Ельник липовый        | A <sub>1</sub>                | 3—10                                | 0,17                 | 0,23 | 0,33 | 0,42 | 0,54 | 0,72 | 0,95 |
|                       | A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> | 10—20                               | 0,19                 | 0,28 | 0,44 | 0,61 | 0,80 | 1,08 | 1,37 |
|                       | A <sub>2</sub>                | 20—30                               | 0,23                 | 0,33 | 0,49 | 0,67 | 0,89 | 1,18 | 1,46 |
| Сосняк липовый        | A <sub>1</sub>                | 3—10                                | 0,19                 | 0,24 | 0,35 | 0,44 | 0,57 | 0,77 | 1,04 |
|                       | A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> | 10—20                               | 0,21                 | 0,31 | 0,46 | 0,65 | 0,91 | 1,18 | 1,46 |
|                       | A <sub>2</sub>                | 20—30                               | 0,23                 | 0,34 | 0,52 | 0,71 | 0,88 | 1,21 | 1,51 |
| Березняк сыте-<br>вый | A <sub>1</sub>                | 2—10                                | 0,19                 | 0,26 | 0,38 | 0,47 | 0,61 | 0,82 | 1,18 |
|                       | A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> | 10—20                               | 0,23                 | 0,35 | 0,49 | 0,68 | 0,89 | 1,14 | 1,50 |
|                       | A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> | 20—30                               | 0,25                 | 0,37 | 0,56 | 0,77 | 0,93 | 1,23 | 1,56 |
| Липняк сытевый        | A <sub>1</sub>                | 2—10                                | 0,21                 | 0,29 | 0,41 | 0,51 | 0,66 | 0,91 | 1,31 |
|                       | A <sub>1</sub>                | 10—20                               | 0,24                 | 0,39 | 0,54 | 0,76 | 0,98 | 1,28 | 1,63 |
|                       | A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> | 20—30                               | 0,27                 | 0,41 | 0,60 | 0,83 | 1,09 | 1,39 | 1,73 |
| Пашня                 | A <sub>п</sub>                | 0—10                                | 0,20                 | 0,26 | 0,39 | 0,50 | 0,62 | 0,80 | 1,26 |
|                       | A <sub>п</sub>                | 10—20                               | 0,2                  | 0,27 | 0,41 | 0,52 | 0,63 | 0,83 | 1,29 |
|                       | A <sub>2</sub>                | 20—30                               | 0,24                 | 0,35 | 0,53 | 0,74 | 0,95 | 1,21 | 1,54 |

## Арское лесничество

|                                        |                               |       |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------------------------------|-------------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| Ельнич липовый                         | A <sub>1</sub>                | 4—10  | 0,19 | 0,26 | 0,35 | 0,46 | 0,59 | 0,77 | 1,12 |
|                                        | A <sub>1</sub>                | 10—20 | 0,23 | 0,36 | 0,50 | 0,68 | 0,88 | 1,13 | 1,46 |
|                                        | A <sub>2</sub>                | 20—30 | 0,24 | 0,42 | 0,55 | 0,74 | 0,94 | 1,20 | 1,57 |
|                                        | A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> | 30—40 | 0,11 | 0,13 | 0,17 | 0,20 | 0,22 | 0,27 | 0,32 |
|                                        | B <sub>1</sub>                | 40—50 | 0,08 | 0,10 | 0,12 | 0,14 | 0,17 | 0,21 | 0,25 |
| Сосняк липовый                         | A <sub>1</sub>                | 4—10  | 0,20 | 0,28 | 0,38 | 0,49 | 0,62 | 0,82 | 1,16 |
|                                        | A <sub>1</sub>                | 10—20 | 0,23 | 0,37 | 0,54 | 0,74 | 0,93 | 1,20 | 1,57 |
|                                        | A <sub>2</sub>                | 2—30  | 0,24 | 0,43 | 0,56 | 0,77 | 0,96 | 1,25 | 1,60 |
|                                        | A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> | 30—40 | 0,12 | 0,15 | 0,20 | 0,24 | 0,27 | 0,33 | 0,40 |
|                                        | B <sub>1</sub>                | 40—50 | 0,09 | 0,12 | 0,13 | 0,16 | 0,20 | 0,24 | 0,29 |
| Березняк сыте-<br>вый                  | A <sub>1</sub>                | 2—10  | 0,21 | 0,29 | 0,39 | 0,51 | 0,65 | 0,86 | 1,26 |
|                                        | A <sub>1</sub>                | 10—20 | 0,24 | 0,39 | 0,4  | 0,76 | 0,95 | 1,24 | 1,59 |
|                                        | A <sub>2</sub>                | 20—30 | 0,26 | 0,44 | 0,58 | 0,80 | 1,00 | 1,28 | 1,64 |
|                                        | A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> | 30—40 | 0,14 | 0,17 | 0,24 | 0,28 | 0,32 | 0,39 | 0,50 |
|                                        | B <sub>1</sub>                | 40—50 | 0,10 | 0,11 | 0,13 | 0,18 | 0,23 | 0,27 | 0,30 |
| Дубняк клево-ли-<br>повый сыте-<br>вый | A <sub>1</sub>                | 2—10  | 0,22 | 0,31 | 0,45 | 0,62 | 0,80 | 1,01 | 1,38 |
|                                        | A <sub>1</sub>                | 10—20 | 0,24 | 0,45 | 0,61 | 0,80 | 1,00 | 1,31 | 1,55 |
|                                        | A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> | 20—30 | 0,22 | 0,29 | 0,44 | 0,60 | 0,74 | 0,90 | 1,28 |
|                                        | A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> | 30—40 | 0,15 | 0,23 | 0,28 | 0,35 | 0,43 | 0,49 | 0,65 |
|                                        | B <sub>1</sub>                | 40—50 | 0,11 | 0,12 | 0,15 | 0,16 | 0,20 | 0,26 | 0,33 |
| Липняк сытевый                         | A <sub>1</sub>                | 2—10  | 0,22 | 0,34 | 0,48 | 0,66 | 0,86 | 1,10 | 1,51 |
|                                        | A <sub>1</sub>                | 10—20 | 0,25 | 0,47 | 0,63 | 0,85 | 1,06 | 1,39 | 1,77 |
|                                        | A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> | 20—30 | 0,24 | 0,32 | 0,46 | 0,65 | 0,83 | 1,05 | 1,46 |
|                                        | A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> | 30—40 | 0,16 | 0,25 | 0,32 | 0,42 | 0,50 | 0,63 | 0,79 |
|                                        | B <sub>1</sub>                | 40—50 | 0,12 | 0,13 | 0,17 | 0,19 | 0,23 | 0,25 | 0,36 |
| Пашня                                  | A <sub>п</sub>                | 0—10  | 0,20 | 0,28 | 0,40 | 0,50 | 0,64 | 0,87 | 1,30 |
|                                        | A <sub>п</sub>                | 10—20 | 0,21 | 0,30 | 0,42 | 0,53 | 0,68 | 0,92 | 1,38 |
|                                        | A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> | 20—30 | 0,25 | 0,41 | 0,53 | 0,74 | 0,92 | 1,19 | 1,46 |
|                                        | A <sub>2</sub> A <sub>1</sub> | 30—40 | 0,15 | 0,24 | 0,29 | 0,37 | 0,46 | 0,52 | 0,67 |
|                                        | B <sub>1</sub>                | 40—50 | 0,11 | 0,12 | 0,16 | 0,17 | 0,22 | 0,29 | 0,33 |

пашни. В почвах дубовых и особенно липовых насаждений гуминовые кислоты обладают еще большей величиной оптической плотности.

Известно, что оптическая плотность гуматов натрия, имеющих одинаковую концентрацию углерода, отражает степень конденсированности ароматического ядра гуминовых кислот; притом чем сильнее конденсировано ароматическое ядро их, тем выше оптическая плотность (Н. П. Бельчикова, 1951). Следовательно, гуминовые кислоты почв под липовыми насаждениями обладают наиболее конденсированным ароматическим ядром; затем в порядке уменьшения конденсированности ароматического ядра располагаются гуминовые кислоты почв дубовых, березовых, сосновых и еловых насаждений; гуминовые кислоты почв пашни по этому показателю занимают место между гуминовыми кислотами почв березовых и сосновых насаждений.

В низ профиля исследуемых почв до глубины 20—30 см наблюдается повышение оптической плотности гуминовых кислот, за исключением на глубине 20—30 см почв дубовых и липовых насаждений. Это было отмечено Н. П. Бельчиковой (1951, 1961), Д. Ф. Соколовым и Т. Н. Судницкой (1961). Авторы последней работы повышенную способность к ослаблению света гуминовых кислот из нижних частей гумусовых горизонтов объясняют «усложненностью их молекул, различной степенью окисленности, т. е. изменением природы этих веществ» (стр. 934). Уменьшение оптической плотности гуминовых кислот почв дубовых и липовых насаждений на глубине 20—30 см, возможно, обусловлено некоторым накоплением здесь вновь образованных гуминовых кислот, которые, как указывают Н. П. Бельчикова (1951) и Д. Ф. Соколов (1962), обладают более низкими значениями коэффициента ослабления света. Это подтверждается также повышенным содержанием в них гумуса по сравнению с количеством его на этой глубине почв под другими насаждениями.

В горизонтах  $A_2B_1$  и  $B_1$  почв Ароского лесничества наблюдается резкое уменьшение оптической плотности гуминовых кислот, причем опять-таки наименьшей величиной ее характеризуются гуминовые кислоты почв ельника липового; затем в восходящем порядке располагаются почвы: сосняка липового, березняка снытевого, дубняка клено-липового снытевого, пашни и липняка снытевого. Следует отметить, что растворы гуматов натрия этих горизонтов, особенно горизонта  $B_1$ , даже после выравнивания содержания в них углерода имели гораздо более светлую окраску, чем растворы гуматов верхних горизонтов почв. Низкие значения оптической плотности гуминовых кислот горизонтов  $A_2B_1$  и  $B_1$  свидетельствуют о том, что гуминовые кислоты в них состоят из молекул наиболее упрощенного строения, характеризующихся низким содержанием углерода, меньшей окисленностью, большим числом гидроксильных групп (Н. П. Бельчикова, 1951, Д. Ф. Соколов, 1962), высокой растворимостью и большей подвижностью.

Результаты определений оптической плотности гуминовых кислот согласуются с данными по отношению их к коагулирующему действию электролитов.

Н. П. Бельчикова (1951, 1961) и М. М. Кононова (1951, 1963) установили, что гуминовые кислоты, выделенные из разных почв, имеют различные пороги коагуляции (осаждения) с раствором  $CaCl_2$ . Н. П. Бельчикова (1951) указывает, что для коагуляции гуминовых кислот с менее сложным строением молекул требуется большее количество электролита. Поэтому по величине порога коагуляции гуминовых кислот можно различать сложность строения их молекул, их природу.

Определение порога коагуляции гуминовых кислот производилось в тех же растворах гуматов натрия, которые служили для определения их оптических свойств.

Таблица 9

Порог коагуляции гуминовых кислот почв под разными лесными насаждениями

| Тип насаждений        | Горизонт                      | Глубина<br>взятия об-<br>разца в см | Начало коагуляции |                                                       | Полная коагуляция |                                                       |
|-----------------------|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------|
|                       |                               |                                     | время в<br>часах  | Са Cl <sub>2</sub> в мг/<br>экв на 1 л<br>р-ра гумата | время в<br>часах  | Са Cl <sub>2</sub> в мг/<br>экв на 1 л<br>р-ра гумата |
| Раифская лесная дача  |                               |                                     |                   |                                                       |                   |                                                       |
| Ельник липовый        | A <sub>1</sub>                | 3—10                                | Сразу             | 14                                                    | 4                 | 16                                                    |
|                       | A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> | 10—20                               | "                 | 9                                                     | 4                 | 11                                                    |
|                       | A <sub>2</sub>                | 20—30                               | "                 | 6                                                     | 4                 | 8                                                     |
| Сосняк липовый        | A <sub>1</sub>                | 3—10                                | "                 | 13                                                    | 4                 | 15                                                    |
|                       | A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> | 10—20                               | "                 | 8                                                     | 4                 | 10                                                    |
|                       | A <sub>2</sub>                | 20—30                               | "                 | 6                                                     | 4                 | 7                                                     |
| Березняк сыте-<br>вый | A <sub>1</sub>                | 2—10                                | "                 | 12                                                    | 4                 | 13                                                    |
|                       | A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> | 10—20                               | "                 | 8                                                     | 4                 | 9                                                     |
|                       | A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> | 20—30                               | "                 | 5                                                     | 4                 | 7                                                     |
| Липняк сытевый        | A <sub>1</sub>                | 2—10                                | "                 | 10                                                    | 4                 | 12                                                    |
|                       | A <sub>1</sub>                | 10—20                               | "                 | 7                                                     | 4                 | 8                                                     |
|                       | A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> | 20—30                               | "                 | 4                                                     | 4                 | 6                                                     |
| Пашня                 | A <sub>п</sub>                | 0—10                                | "                 | 12                                                    | 4                 | 12                                                    |
|                       | A <sub>п</sub>                | 10—20                               | "                 | 10                                                    | 4                 | 9                                                     |
|                       | A <sub>2</sub>                | 20—30                               | "                 | 5                                                     | 4                 | 7                                                     |

## Арское лесничество

|                                   |                               |       |       |    |    |    |
|-----------------------------------|-------------------------------|-------|-------|----|----|----|
| Ельник липовый                    | A <sub>1</sub>                | 4—10  | Сразу | 12 | 4  | 13 |
|                                   | A <sub>1</sub>                | 10—20 | "     | 9  | 4  | 10 |
|                                   | A <sub>2</sub>                | 20—30 | "     | 5  | 4  | 8  |
|                                   | A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> | 30—40 | "     | 7  | 24 | 18 |
|                                   | B <sub>1</sub>                | 40—50 | "     | 8  | 24 | 20 |
| Сосняк липовый                    | A <sub>1</sub>                | 4—10  | "     | 11 | 4  | 13 |
|                                   | A <sub>1</sub>                | 10—20 | "     | 8  | 4  | 9  |
|                                   | A <sub>2</sub>                | 20—30 | "     | 5  | 4  | 8  |
|                                   | A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> | 30—40 | "     | 6  | 24 | 17 |
|                                   | B <sub>1</sub>                | 40—50 | "     | 8  | 24 | 19 |
| Березняк сыте-<br>вый             | A <sub>1</sub>                | 2—10  | "     | 10 | 4  | 12 |
|                                   | A <sub>1</sub>                | 10—20 | "     | 8  | 4  | 8  |
|                                   | A <sub>2</sub>                | 20—30 | "     | 4  | 4  | 7  |
|                                   | A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> | 30—40 | "     | 5  | 24 | 15 |
|                                   | B <sub>1</sub>                | 40—50 | "     | 7  | 24 | 18 |
| Дубняк клено-ли-<br>повый сытевый | A <sub>1</sub>                | 2—10  | "     | 9  | 4  | 10 |
|                                   | A <sub>1</sub>                | 10—20 | "     | 7  | 4  | 7  |
|                                   | A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> | 20—30 | "     | 4  | 4  | 7  |
|                                   | A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> | 30—40 | "     | 4  | 24 | 13 |
|                                   | B <sub>1</sub>                | 40—50 | "     | 7  | 24 | 16 |
| Липняк сытевый                    | A <sub>1</sub>                | 2—10  | "     | 9  | 4  | 9  |
|                                   | A <sub>1</sub>                | 10—20 | "     | 6  | 4  | 7  |
|                                   | A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> | 20—30 | "     | 3  | 4  | 7  |
|                                   | A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> | 30—40 | "     | 3  | 24 | 10 |
|                                   | B <sub>1</sub>                | 40—50 | "     | 7  | 24 | 15 |
| Пашня                             | A <sub>п</sub>                | 0—10  | "     | 10 | 4  | 12 |
|                                   | A <sub>п</sub>                | 10—20 | "     | 8  | 4  | 9  |
|                                   | A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> | 20—30 | "     | 5  | 4  | 8  |
|                                   | A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> | 30—40 | "     | 4  | 24 | 12 |
|                                   | B <sub>1</sub>                | 40—50 | "     | 7  | 24 | 15 |

Из таблицы 9 видно, что гуминовые кислоты всех почв сразу же реагируют на внесение раствора  $\text{CaCl}_2$ . Однако как для начала их коагуляции (появление мути), так и для полной коагуляции (через 4 часа) в почвах под разными насаждениями требуется неодинаковое количество  $\text{м/экв}$  электролита; наиболее высокой величиной порога коагуляции гуминовых кислот обладают почвы еловых, затем сосновых, березовых насаждений и пашни; гуминовые кислоты почв дубовых и липовых насаждений характеризуются наиболее низкой величиной порога коагуляции.

В низ профиля до 30 см во всех почвах наблюдается уменьшение величины порога коагуляции, т. е. понижается устойчивость гуминовых кислот к коагулирующему действию электролитов. По уменьшению дисперсности молекул гуминовых кислот до глубины 30 см можно полагать, что это обусловлено усложнением строения их молекул, которое согласуется и с их оптической плотностью.

Однако в горизонтах  $\text{A}_2\text{B}_1$  (30—40 см) и  $\text{B}_1$  (40—50 см) почв Арского лесничества дисперсность молекул гуминовых кислот резко повышается. Полная коагуляция их наступает лишь через 24 часа при высокой концентрации электролита. Так, например, в горизонте  $\text{A}_2\text{B}_1$  полная коагуляция их наступает лишь через сутки при внесении для почвы липняка снытевого 10  $\text{м/экв}$ , дубняка клено-липового снытевого 13  $\text{м/экв}$ , березняка снытевого 15  $\text{м/экв}$ , сосняка липового 17  $\text{м/экв}$ , ельника липового 18  $\text{м/экв}$  и для почвы пашни 12  $\text{м/экв}$  раствора  $\text{CaCl}_2$ . Для полной коагуляции гуминовых кислот горизонта  $\text{B}_1$  (40—50 см) требуется еще более высокая концентрация электролита. Следовательно, результаты определения порога коагуляции гуминовых кислот из горизонтов  $\text{A}_2\text{B}_1$  и  $\text{B}_1$  почв Арского лесничества еще раз свидетельствуют о наиболее упрощенном строении их молекул, что полностью совпадает с данными об их оптической плотности.

## ВЫВОДЫ

1. В подстилках под разными лесными насаждениями накапливаются значительные запасы органических веществ, являющихся одним из источников образования гумуса в почвах.

2. Наибольшим содержанием органических веществ характеризуются подстилки сосняков липовых, затем ельников липовых и значительно меньшим — дубняка клено-липового снытевого; подстилки березняков и липняков снытевых содержат наименьшее количество органических веществ.

3. Органическое вещество подстилок всех лесных насаждений характеризуется высоким содержанием негидролизующего остатка, фульвокислот и небольшим количеством гуминовых кислот.

4. Исследуемые лесные насаждения по содержанию в подстилках гуминовых кислот и по величине отношения  $\text{С г. к. : С ф. к.}$  располагаются в следующем нисходящем порядке: липняк снытевый > дубняк клено-липовый снытевый > березняк снытевый > сосняк липовый > ельник липовый.

5. Гуминовые кислоты подстилок всех насаждений обладают очень низкими величинами оптической плотности и высокой дисперсностью. Наибольшей величиной оптической плотности и самой низкой в наших условиях дисперсностью характеризуются гуминовые кислоты подстилок липовых насаждений; несколько меньшей оптической плотностью и высокой дисперсностью обладают гуминовые кислоты подстилок дубовых и березовых насаждений. Гуминовые же кислоты подстилок еловых и сосновых насаждений имеют наименьшие величины оптической плот-

ности и самую высокую дисперсность, следовательно, они по своим свойствам близки к фульвокислотам.

6. Неодинаковое количество гуминовых кислот, образовавшихся в подстилках разных лесных насаждений, обуславливает различное содержание гумуса в почвах.

7. Большим количеством гумуса, а также азота отличаются почвы липняков снытевых; несколько меньше их имеется в почвах дубовых и березовых насаждений; почвы же сосняков и ельников липовых и пашни характеризуются наименьшим их содержанием.

8. Гумус почв липовых и дубовых насаждений и пашни наиболее сильно насыщен азотом; менее насыщен азотом гумус почв березовых и особенно еловых и сосновых насаждений.

9. Наибольшее количество гуминовых кислот имеется в составе гумуса почв липовых насаждений; несколько меньше их в почвах дубовых, березовых и еще меньше — сосновых, еловых насаждений и в почвах пашни.

10. Наименьшим содержанием фульвокислот отличается гумус почв пашни, несколько больше — их имеется в почвах под липовыми, березовыми, дубовыми и максимально — под сосновыми и особенно еловыми насаждениями.

11. По величине отношения  $C_{г.к.} : C_{ф.к.}$  исследуемые почвы составляют следующий нисходящий ряд: почвы липовых > дубовых > березовых насаждений, пашни > сосновых и > еловых насаждений.

12. Гуминовые кислоты почв липняков снытевых характеризуются наибольшей величиной оптической плотности и низкой дисперсностью; в почвах дубовых и березовых насаждений и пашни они имеют несколько меньшую оптическую плотность и более высокую дисперсность; гуминовые же кислоты почв сосновых и особенно еловых насаждений характеризуются наименьшей оптической плотностью и самой высокой дисперсностью.

## ЛИТЕРАТУРА

Бельчикова Н. П. Некоторые закономерности содержания состава гумуса и свойств гуминовых кислот в главнейших группах почв СССР. «Труды Почв. ин-та АН СССР», т. 38, Изд. АН СССР, 1951.

Бельчикова Н. П. Материалы к изучению гумуса подзолистых и дерново-подзолистых естественных и освоенных почв Европейской части СССР. «Микроорганизмы и органическое вещество почв», Изд. АН СССР, 1961.

Бутузова О. В. О влиянии древесных пород на микрорельеф и комплексность почв. «Ботанический журнал», т. 45, № 5, 1960.

Бутузова О. В. О роли корневой системы древесных пород в образовании микрорельефа. «Почвоведение», № 4, 1962.

Ваксман С. А. Гумус. Происхождение, химический состав и значение его в природе. Сельхозгиз (Перевод), 1937.

Винокуров М. А., Мионов Н. А., Шакиров К. Ш. О пестроте химических свойств верхних горизонтов дерново-подзолистых почв в лесу. Сб. «Взаимоотношения леса с почвой». Изд. КГУ, 1964.

Винокуров М. А., Шакиров К. Ш. Изучение лесных подстилок в целях рационального использования плодородия лесных почв. Сб. «Взаимоотношения леса с почвой». Изд. КГУ, 1964.

Зайцев Б. Д. О влиянии сосновых, еловых и лиственных лесов на химические свойства лесных подстилок. «Почвоведение», № 4, 1935.

Зайцев Б. Д. О числе повторностей при определении запасов и содержания гумуса и обменного кальция в лесных подзолистых почвах. «Почвоведение», № 4, 1962.

Захаров С. А. К вопросу о значении микро- и макрорельефа в подзолистой области. «Почвоведение» № 4, 1910.

Зонн С. В. и Соколов Д. Ф. Процессы превращения органического вещества хвойных и широколиственных древесных пород и их влияние на состав гумуса выщелоченного чернозема. «Труды лаб. лесоведения АН СССР», т. 1. Изд. АН СССР, 1960.

Конюхова М. М. Проблемы почвенного гумуса и современные задачи его изучения. Изд. АН СССР, 1951.

- Кононова М. М. Гумус главнейших типов почв СССР, его природа и пути образования. «Почвоведение», № 3, 1956.
- Кононова М. М. Органическое вещество почвы. Изд. АН СССР, 1963.
- Кононова М. М. и Бельчикова Н. П. Опыт характеристики природы почвенных гуминовых кислот с помощью спектрофотометрии. «Докл. АН СССР», т. 72, № 1, 1950.
- Корниенко В. М. Микрорельеф и плодородие почв подзолистей зоны. «Почвоведение», № 2, 1950.
- Мина В. Н. Некоторые вопросы изучения плодородия лесных почв. «Почвоведение», № 6, 1959.
- Орфанитский Ю. А. Варьирование некоторых химических свойств подзолистой почвы на вырубке. «Почвоведение», № 10, 1957.
- Пономарева В. В. К вопросу о роли растительности в подзолообразовании. «Почвоведение», № 8, 1955.
- Пономарева В. В. О сущности и географических закономерностях подзолообразования. «Почвоведение», № 3, 1956.
- Пономарева В. В. К методике изучения состава гумуса по схеме И. В. Тюрина. «Почвоведение», № 8, 1957.
- Пономарева В. В. О сущности и факторах почвообразования. «Почвоведение», № 9, 1958.
- Похитон П. П. Роль корней кустарниковой растительности в обогащении почвы органическим веществом и азотом. «Почвоведение», № 12, 1960.
- Розмахов И. Г. К методике полевых исследований лесных почв. «Тр. Ленинградской лесотехнической академии», т. 82, 1957.
- Смирнов В. Н. Методика проведения полевых почвенных исследований в лесу для лесохозяйственных целей. Йошкар-Ола, 1958.
- Смирнов В. Н. Особенности почвенных съемок для лесохозяйственных целей. «Почвенная съемка». Изд. АН СССР, 1959.
- Соколов Д. Ф. К вопросу о химической природе органических веществ почв под дубовыми лесами. «Тр. ин-та леса АН СССР», т. 12, Изд. АН СССР, 1953.
- Соколов Д. Ф. Состав органического вещества почв дубовых лесов. «Тр. Ин-та леса АН СССР», т. 23, Изд. АН СССР, 1954.
- Соколов Д. Ф. Влияние лесной растительности на состав гумуса почв различных природных зон. Изд. АН СССР, 1962.
- Соколов Д. Ф. и Судницкая Т. Н. Состав и оптические свойства гуминовых кислот некоторых лесных почв. Докл. АН СССР, т. 138, № 4, 1961.
- Соколов Д. Ф. и Тюнеева Т. Н. Подстилка и ее роль в формировании состава гумуса лесных почв южной части лесостепи. «Почвоведение», № 8, 1959.
- Степанов Н. Н. Химические свойства лесной подстилки как основного фактора естественного лесовозобновления. «Тр. по лесному опытному делу», ЦЛОС, вып. 2. Сельхозгиз, 1929.
- Травникова Л. С. О неоднородности почвенного покрова и методике взятия образцов почв в лесу для химического анализа. «Тр. Воронежского гос. заповедника», вып. 13, 1961.
- Тюрин И. В. Органическое вещество почвы. Сельхозгиз, 1937.
- Тюрин И. В. Из результатов работ по изучению состава гумуса в почвах СССР. «Проблемы советского почвоведения», сб. II. Изд. АН СССР, 1940.
- Тюрин И. В. Географические закономерности гумусообразования. «Тр. Юбилейной сессии, посвящ. 100-летию со дня рожд. В. В. Докучаева». Изд. АН СССР, 1949.
- Тюрин И. В. К методике анализа для сравнительного изучения состава почвенного перегноя, или гумуса. «Тр. Почв ин-та АН СССР», т. 38. Изд. АН СССР, 1951.
- Тюрин И. В. и Пономарева В. В. Материалы по изучению гумуса лесных почв. «Тр. лесотехн. академии им. С. М. Кирова», № 56, 1940.
- Шакиров К. Ш. Влияние различных лесных насаждений на почвообразовательный процесс. Изд. КГУ, 1961.
- Шакиров К. Ш. Изучение размеров поступления, химического состава и свойств опада в разных насаждениях в целях рационального использования плодородия лесных почв. Сб. «Взаимоотношения леса с почвой». Изд. КГУ, 1964.
- Шумаков В. С. Динамика некоторых свойств темно-серых лесных почв под различными типами лесных культур. «Тр. Ин-та леса АН СССР», т. 23. Изд. АН СССР, 1954.
- Щербakov С. Е. Влияние отдельных древесных пород на микрокомплексность лесных почв. «Тезисы III Всесоюзной научн. конференции молодых ученых-биологов, посвящ. 250-летию со дня рожд. М. В. Ломоносова», часть I, М., 1961.

# СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                                            | Стр. |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Абызов И. Г. и Фаткуллин А. Ш. Обменный калий в почвах пойм малых рек Татарской АССР                                                                                       | 3    |
| Бухараева Л. Г. Влияние водной эрозии на урожай сельскохозяйственных культур на светло-серых лесных почвах                                                                 | 10   |
| Бухараева Л. Г. Об изменении водопрочности структуры почв Высокого Предволжья Татарской АССР в зависимости от степени смытости                                             | 18   |
| Винокуров М. А., Колоскова А. В. Изменение химических и водно-физических свойств выщелоченных черноземов под влиянием окультуривания                                       | 25   |
| Винокуров М. А., Колоскова А. В., Смирнов В. Н. Агропроизводственная классификация почв Среднего Поволжья                                                                  | 38   |
| Винокуров М. А., Миронов Н. А. Влияние смены березняков еловыми насаждениями на свойства дерново-подзолистой почвы                                                         | 51   |
| Винокуров М. А., Шакиров К. Ш. Изменение физико-химических свойств светло-серых лесных почв в зависимости от степени их смытости                                           | 57   |
| Винокуров М. А., Шакиров К. Ш., Багманов Т. С. Особенности агрохимических свойств некоторых почв равнин юга Дальнего Востока, развитых на древних озерно-речных отложениях | 64   |
| Винокуров М. А., Шакиров К. Ш., Багманов Т. С., Дзыга Л. Н. Горно-лесные бурые почвы хвойно-широколиственных лесов Хехцирского хребта                                      | 72   |
| Войкин Л. М., Балянин М. И., Никитина Р. А. Почва, удобрения, урожай                                                                                                       | 80   |
| Гришин П. В. Генезис слитых почв Чувашии                                                                                                                                   | 87   |
| Даутов Р. К. Зависимость содержания меди и цинка в почвах от их генетических особенностей                                                                                  | 91   |
| Колоскова А. В. Качественный состав агрегатов лесостепных почв                                                                                                             | 99   |
| Колоскова А. В. О формах воды в почвах Волжско-Камской лесостепи                                                                                                           | 117  |
| Колоскова А. В., Бурлаков А. А. Физико-механические свойства некоторых почв Татарии                                                                                        | 130  |
| Колоскова А. В., Шитова Л. И. Оползленные черноземы Татарии                                                                                                                | 140  |
| Сперанская Г. И. Состав гумуса коричневых почв Татарской республики                                                                                                        | 152  |
| Фаткуллин А. Ш. Агрохимическая характеристика луговых черноземов, распространенных в долинах малых рек Волжско-Камского бассейна                                           | 161  |
| Фаткуллин А. Ш. Влияние отдельных факторов на характер формирования почв пойм малых рек Татарии                                                                            | 168  |
| Фаткуллин А. Ш. Особенности формирования крупнокочкарных болотно-солончаковых почв поймы р. Б. Черемшана                                                                   | 178  |
| Шакиров К. Ш. Влияние разных лесных насаждений на групповой состав гумуса дерново-подзолистых почв                                                                         | 186  |

## ВОПРОСЫ ГЕНЕЗИСА И ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ

(Сборник статей кафедры почвоведения)

Редактор В. Н. Смирнова

Техн. редактор В. К. Шокин

Обложка художника Р. Н. Степанова

Корректоры В. Г. Семенов, Ф. Г. Фролова, В. С. Александров

Сдано в набор 26/IX-1967 г. Подписано к печати 30/I-1968 г. ПФ 08027. Формат бумаги 70×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Печ. л. 13,25 (18,55). Уч.-изд. л. 21,93. Заказ В-406. Тираж 500 экз. Цена без переплета 1 руб. 47 коп.  
Переплет 10 коп.

Издательство Казанского университета, г. Казань, ул. Ленина, дом 4/5.  
Типография «Татниграф» Управления по печати при Совете Министров ТАССР  
г. Казань, ул. Миславского, дом 9.