

АГРОХИМИЧЕСКАЯ
ХАРАКТЕРИСТИКА
ПОЧВ
СССР



А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р
ПОЧВЕННЫЙ ИНСТИТУТ
им. В. В. ДОКУЧАЕВА

АГРОХИМИЧЕСКАЯ
ХАРАКТЕРИСТИКА
ПОЧВ
СССР

УКРАИНСКАЯ ССР



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

Москва 1973

В книге обобщен материал почвенно-агрохимических обследований последних лет, дано агропочвенное районирование территории Украины. Приведена подробная агрохимическая характеристика почв Полесья, лесостепи и степи, включая Крым. Для каждой зоны детально рассмотрены вопросы агрохимии, такие, как агрохимическая характеристика торфяных почв, эффективность минеральных удобрений при орошении, удобрение эродированных почв и т. д.

Книга рассчитана на агрохимиков, почвоведов, практиков сельского хозяйства, преподавателей и студентов сельскохозяйственных вузов.

Табл. 333, илл. 26, библ. 430 назв.

ОТВЕТСТВЕННЫЕ РЕДАКТОРЫ

член-корреспондент АН СССР А. В. СОКОЛОВ,
профессор Н. К. КРУПСКИЙ

ПРЕДИСЛОВИЕ

Украинская Советская Социалистическая Республика — один из важнейших районов сельскохозяйственного производства в Советском Союзе. Занимая около 3 % территории СССР, Украина располагает 15 % общесоюзного количества пашни. К началу девятой пятилетки Украина производила около 23 % валовой сельскохозяйственной продукции всей страны, около 20 % зерна, 45 % подсолнечника, около 60 % сахарной свеклы, свыше 23 % мяса и яиц, более 22 % молока.

Общая площадь республики составляет 60,4 млн. га, из них 42,9 млн. га (около 70 % всей площади) приходится на сельскохозяйственные угодья, а площадь пашни составляет 34,3 млн. га, т. е. 57 % территории. Следует отметить высокий уровень освоенности земель сельскохозяйственного назначения. В степи и лесостепи 75—85 % общей площади сельскохозяйственных земель приходится на пашню, а в ряде областей этот показатель достигает 90 %, т. е. все пахотопригодные земли распаханы. Орошением охвачено несколько менее 1 млн. га, осушенные массивы занимают 1,5 млн. га. В сумме это соответствует примерно 12 % всех мелиорированных земель Советского Союза.

Задачи дальнейшего роста сельскохозяйственного производства в нашей стране определены Директивами XXIV съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1971—1975 гг. и последующими постановлениями Партии и Правительства. Сельскохозяйственное производство развивается в направлении все более высокой интенсификации и повышения производительности труда, при этом намечено: «Обеспечить улучшение размещения, углубление специализации и усиление концентрации производства, улучшить использование сельскохозяйственных угодий, техники и трудовых ресурсов колхозов и совхозов»¹.

Важнейшим средством в выполнении этих заданий является систематическое и все более широкое использование удобрений. Задачи, сформулированные в Директивах XXIV съезда КПСС, гласят: «Широко внедрять применительно к почвенно-климатическим зонам эффективные способы использования минеральных удобрений в сочетании с применением органических удобрений, известкованием кислых почв, мелиоративным улучшением земель и общим подъемом культуры земледелия»².

К 1975 г. сельское хозяйство Украины получит свыше 16 млн. т минеральных удобрений (в стандартных тухах) по сравнению с 9 млн. т в конце восьмой пятилетки.

Все сказанное определяет особую актуальность использования данных об агрохимических свойствах почв и учете их для рационального и все более эффективного использования удобрений.

¹ Материалы XXIV съезда КПСС. М., Политиздат, 1971, стр. 261.

² Там же, стр. 264.

■ В предлагаемой вниманию читателей работе сведены и проанализированы имеющиеся по этому вопросу результаты работ опытных учреждений Украины (включая госсортосеть) по природным зонам. Результаты полевых опытов сопоставлены с данными, полученными в ряде передовых сельскохозяйственных предприятий. На территории УССР в течение 1964—1969 гг. выполнялись работы по бонитировке, в основу которых были положены данные об урожайности по десяти ведущим культурам за 10-летний промежуток времени почти по 10 000 хозяйств (колхозов и совхозов) в сопоставлении с данными почвенных обследований. Эти данные были использованы при определении агрохимических особенностей почвенного покрова УССР. Были также использованы результаты первого тура работ агрохимслужбы УССР.

В связи с важностью задач химизации эродированных земель, а также рационального использования удобрений при орошении и на осушенных землях в настоящем сборнике эти вопросы выделены в специальные разделы.

Подготовка рукописи к изданию выполнена Е. А. Андреевой и Е. В. Павловским. Рецензирование материалов проведено Н. Н. Розовым и М. А. Бобрицкой, ими были сделаны ценные замечания, учтенные с признательностью авторами очерков и редакционным коллективом.

УКРАИНСКАЯ ССР

ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ УССР И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Площадь Украинской Советской Социалистической Республики равна 60,4 млн. га. Территория ее простирается с запада на восток от 22 до 40° восточной долготы на 1300 км, а с севера на юг от 52 до 45° северной широты почти на 900 км.

Находясь на юго-западе Европейской части СССР, Украинская ССР располагается в трех природных зонах — смешанных лесов, или Полесье, лесостепи и степи Восточно-Европейской равнины. В пределы республики входят также часть Карпатской горной страны, Крымский полуостров с Крымскими горами. Горные территории, куда следует включить еще и Донецкий кряж (большая его часть находится в УССР), отличаются специфичностью природных условий.

В целом Украина характеризуется многообразием комплекса природных условий. И почвенному покрову ее, как составной части последних, также свойственна пестрота, существенно сглаженная на приведенной почвенной карте (рис. 1).

Освоенность территории УССР чрезвычайно высока. Так, на 1 января 1970 г. (Сельское хозяйство УССР. Статистический сборник, 1970) земельный фонд республики распределялся следующим образом по видам землепользования (в млн. га):

Сельскохозяйственные угодья	43,0
Несельскохозяйственные угодья	17,4
Пашня плюс приусадебные земли (пахотные)	34,3
Многолетние насаждения (сады, виноградники и др.)	1,0
Сенокосы (суходольные, заливные, заболоченные)	2,3
Пастбища (суходольные, заболоченные)	4,8
Лес	9,3
Болота	0,8
Вода	2,2
Массивы песков, не используемые в сельском хозяйстве	0,3
Овраги	0,3
Дороги и прогоны	1,0
Постройки, дворы, улицы	1,9
Прочие земли	1,2

Таким образом, как видно из приведенных данных, все сельскохозяйственные угодья Украины занимают немногим более 71% всей ее площади, а пахотные земли — 80% общей площади сельскохозяйственных угодий.

Значительная распаханность территории УССР обусловлена наличием большого количества плодородных земель, высокой плотностью сельского населения, а также некоторыми специфическими особенностями развития здесь земледелия. Особенно высок удельный вес пашни в лесостепной и

степной зонах республики — до 75—85 % общей площади сельскохозяйственных угодий, а в Винницкой, Кировоградской, Хмельницкой и Черкасской областях этот показатель составляет свыше 90 %. Лишь в Полесье удельный вес пашни снижается до 65 %, что свидетельствует об имеющихся здесь больших возможностях расширения пашни. Удельный вес пахотных земель по природным зонам приведен на рис. 2.

В республике заметное место занимают мелиорированные земли: около 1 млн. га орошаемых и почти 1,5 млн. га осушенных земель, что в целом составляет более 12 % всех мелиорированных земель СССР.

Обширны площади сенокосов и пастбищ — 7,1 млн. га, или $\frac{1}{6}$ по отношению ко всем сельскохозяйственным угодьям. В большинстве эти угодья пока малопроизводительны, так как улучшенные луга и пастбища занимают лишь 0,5 млн. га. Качественно новый вид улучшенных кормовых угодий — многолетние культурные пастбища занимают 150 тыс. га.

ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ

В результате крупномасштабных почвенных обследований, выполненных для всех сельскохозяйственных угодий республики в течение 1956—1961 гг., было произведено картирование почвенного покрова землепользований всех колхозов и совхозов республики, при этом в общей сложности было выполнено свыше 3 млн. почвенных анализов. В качестве элементарной единицы, выделяемой на почвенном плане, был выбран почвенный вид.

На территории республики были установлены и оконтурены на планах 634 почвенных вида (а с учетом разновидностей — свыше 4000 таксономических почвенных единиц). В пределах одного землепользования по районам средней сложности число выделяемых на плане видов составило несколько десятков (конечно, число отдельных контуров было большим).

Материалы, полученные в процессе крупномасштабных почвенных обследований, обобщались и обрабатывались по хозяйствам. Каждому хозяйству были выданы почвенные планы и картограммы, в которых содержались рекомендации по рациональному использованию земельных угодий на перспективу, картограммы рекомендаций по борьбе с эрозией, улучшению и использованию кормовых угодий, химической мелиорации и др. Кроме того, почвенный план сопровождался текстовой частью, содержащей описание почвенного покрова и рекомендации по его рациональному использованию применительно к условиям данного хозяйства. Каждое сельскохозяйственное предприятие УССР (колхоз, совхоз) было обеспечено названными материалами.

Были выполнены также обширные объемы работ по обобщению и генерализации материалов, полученных при почвенных обследованиях, в целях агропочвенного районирования и качественной оценки почв — их бонитировки.

Площади отдельных почв в абсолютных и относительных показателях и степень их распаханности приведены в табл. 1. Как видно из данных этой таблицы, наибольшее распространение среди пахотных земель имеют черноземы (мощные, обыкновенные, южные — цифры на карте 10—16). Они в сумме составляют больше половины, а вместе с другими подтипами и видами черноземов (остаточно солонцеватые, реградированные, черноземы на тяжелых глинах, песчаные и супесчаные, см. цифры на карте, 9, 17—21) — более 65 % пашни. Значительно меньшую площадь (около 17 %) занимают серые лесные почвы и оподзоленные черноземы (см. цифры 6—8). Они распространены в лесостепи и небольшими островами в пределах Полесья.

Черноземы вместе с серым лесным и оподзоленными черноземами составляют около 82 % всех пахотных земель республики. На кастановых почвах (цифры 23—25), занимающих крайний юг Черноморско-Азовской низменности, размещено почти 4 % пахотных земель.

Таблица 1

Площади главных групп почв по УССР, степень их распаханности и обеспеченность полевыми опытами с удобрениями

Группа почв	Площади почв		Площади пашни			Число точек географиче- ской сети опытов, приходящихся на данную группу почв	Площадь пашни в сред- нем на 1 точку опытов
	тыс. га	% от площади всех с.-х. угодий по УССР	тыс. га	% от площади всех с.-х. угодий по УССР	% от площади всей пашни		
1. Дерново-слабоподзо-листые песчаные и глинисто-песчаные	865,8	1,9	423,5	48,9	0,6	2	200
2. Дерново-среднеподзо-листые супесчаные	707,2	1,6	591,5	83,6	1,9	6	100
3. Дерново-подзолистые оглеенные	1916,9	4,3	1140,7	59,5	3,6	2	500
4. Серые лесные	6552,8	14,8	5461,1	83,3	17,3	14	400
5. Реградированные серые лесные	1371,2	3,4	1258,0	91,7	4,0	0	—
6. Черноземы мощные на лессах	6272,2	14,1	5731,4	91,4	18,1	25	230
7. Черноземы обыкновен-ные на лессах	10395,0	23,4	8760	84,3	27,7	16	550
8. Черноземы южные на лессах	3235,1	7,3	2836,5	87,7	9,0	3	900
9. То же на тяжелых глинах	542,1	1,2	356,1	65,7	1,1	0	—
10. То же и дерновые щеб-нистые почвы	1564,5	3,5	665,7	42,5	2,1	0	—
11. Остаточно солонцева-тые черноземы	896,2	2,0	804,1	89,7	2,5	0	—
12. Черноземы песчаные, глинисто-песчаные и супес-чаные	222,2	0,5	122,0	54,9	0,4	0	—
13. Лугово-черноземные, преимущественно на лессах	902,7	2,0	578,7	69,1	1,8	0	—
14. Темно-каштановые и каштановые на лессах	1489,9	3,4	1241,0	83,3	4,0	5	250
15. Луговые, преимущест-венно на аллювии	1936,1	4,4	663	34,2	2,1	1	600 (2000)*
16. Болотные	1063,1	2,4	52,3	4,9	0,2	3	600
17. Торфяно-болотные и торфяники	998,7	2,3	26,2	2,6	0,08	3	600
18. Солонцы	235,6	0,5	47,2	20,0	0,15	2	100
19. Солонцы и сильно-осололедевые почвы	302,2	0,7	208,9	69,0	0,7	0	—
20. Дерновые	1627,1	3,7	396,9	24,4	1,3	0	—
21. Буроземно-подзолистые	122,8	0,3	45,0	36,3	0,14	1	45 (120)*
22. Бурые горно-лесные на элювии плотных пород	828,9	1,9	147,7	17,8	0,5	1	150 (800)*
23. Дерново-буроземные горные и горно-луговые	4,9	—	—	—	—	0	—
24. Коричневые горные и горно-луговые на плотных породах	41,8	0,1	7,21	17,0	—	0	—
25. Размытые породы и об-нажения пород	297,0	0,9	21,6	7,1	—	0	—
26. Зольники	14,0	0,1	—	—	—	0	—
Итого . . .	44 407	99,9	31 589	71,7	99,9		

* В скобках приведены подсчеты обеспеченности опытами для всей площади почв, т. е. для пашни вместе с другими угодьями, в том числе и кормовыми.

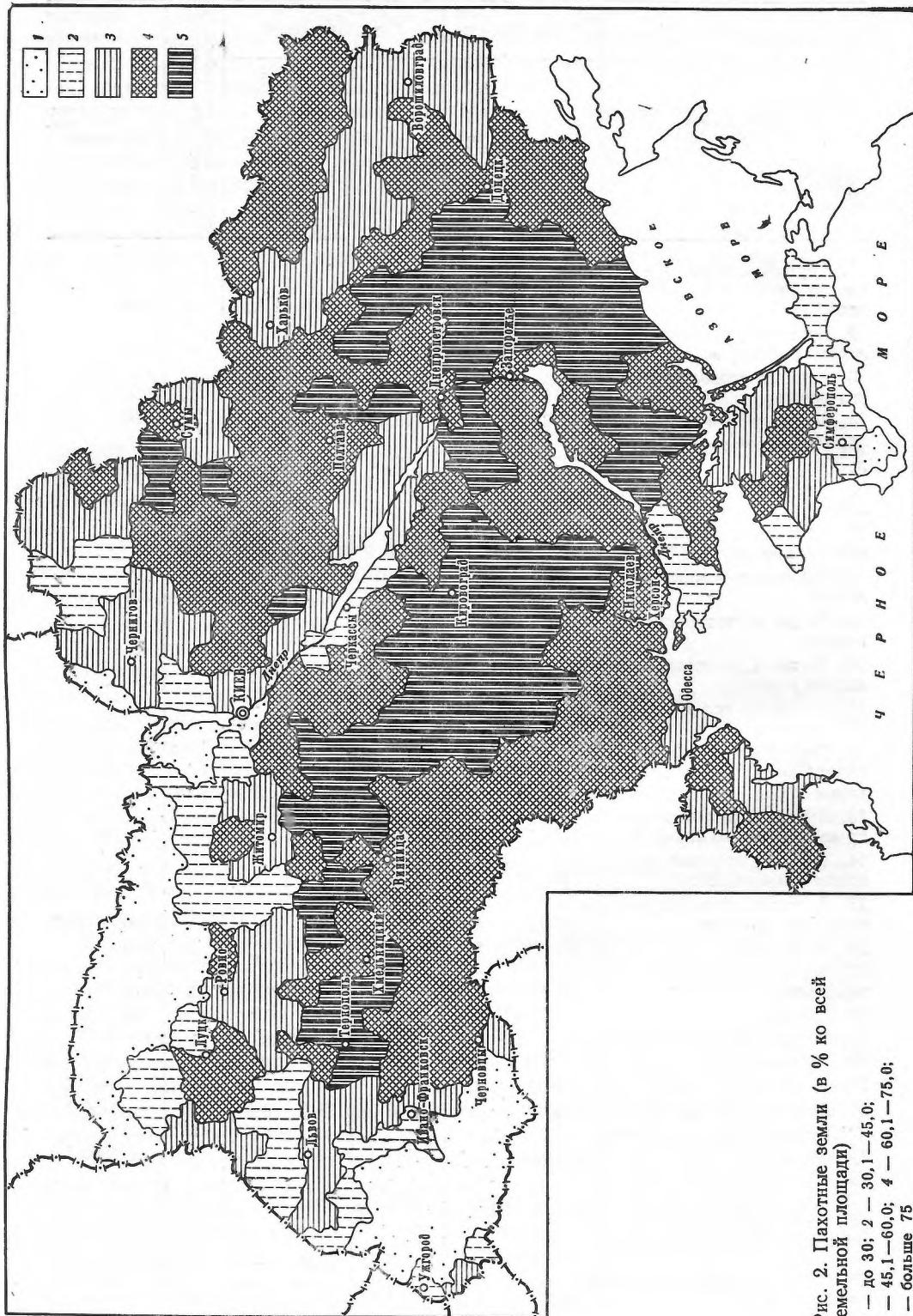


Рис. 2. Пахотные земли (в % ко всей земельной площади)

Общая площадь пахотных земель на дерново-подзолистых песчаных, глинисто-песчаных, супесчаных почвах и на дерново-подзолистых оглеенных почвах Полесья составляет едва лишь 7% всей площади пашни по республике. Здесь следует отметить, что наиболее освоенными являются дерново-подзолистые супесчаные почвы (83%), степень распаханности которых почти такая же, как и черноземов обыкновенных. В то же время песчаные и глинисто-песчаные почвы распаханы лишь наполовину.

Все остальные почвы составляют не более 8% суммарной площади пашни. О мере участия каждой из этих групп почв в пашне дают представления материалы табл. 1, в которой также приведены данные, позволяющие судить, в какой степени основные почвы обслуживаются полевыми опытами с удобрениями.

О КАЧЕСТВЕ И ЭФФЕКТИВНОМ ПЛОДОРОДИИ ПОЧВ УКРАИНЫ

Составить представление о плодородии почв Украины позволяют весьма обширные опытно-экспериментальные данные многочисленных опытных учреждений, данные агрономической службы, а также результаты хозяйственной деятельности колхозов и совхозов, прежде всего уровень урожайности в производственных условиях. Сплошные агропочвенные обследования землепользований всех хозяйств, их последующая обработка и обобщение дали возможность сопоставить данные почвенных обследований с урожаями, получаемыми на отдельных почвах. Правда, в хозяйствах, как правило, используется не одна почва, а поля севооборотов, которые отличаются известной пестротой почвенного покрова, и учеты урожая проводятся не по границам почвенных выделов, тем не менее в массе хозяйств можно выделить достаточное для математической обработки число последних с ясным преобладанием определенной группы почв.

Вслед за крупномасштабными почвенными обследованиями в республике были выполнены работы по бонитировке почв применительно к наиболее

Таблица 2

Уровень плодородия почв Полесья по основным агропочвенным провинциям (показатели даны в баллах по 100-градусной общереспубликанской шкале) *

Почвы	Западная провинция				Правобережная провинция				Левобережная провинция			
	общий урожай	по зерновым	по льну	по картофелю	общий урожай	по зерновым	по льну	по картофелю	общий урожай	по зерновым	по льну	по картофелю
Дерново-подзолистые песчаные и глинисто-песчаные	41	37	62	44	25	22	51	46	31	27	67	56
То же, глеевые	31	31	53	36	28	24	55	46	24	22	87	61
Дерново-подзолистые супесчаные	47	44	73	51	38	39	64	56	37	38	82	63
То же, глеевые	36	38	53	42	37	37	62	49	39	33	76	63
Светло-серые, серые лесные супесчаные и легкосуглинистые	57	56	87	49	50	51	78	56	49	53	93	75
Темно-серые лесные, черноземы оподзоленные супесчаные, легкосуглинистые	71	68	93	52	69	52	90	62	56	59	100	78
Дерновые и луговые супесчаные и легкосуглинистые	59	75	84	47	65	65	76	62	63	77	96	69
То же, глеевые	25	23	64	90	29	25	49	52	33	33	44	54

* Общий уровень плодородия почв рассчитан по урожаям зерновых и технических культур в пересчете на зерновые единицы (Кузьмичев, 1969а, 1970).

Таблица 3

Уровень плодородия почв лесостепи по основным агропочвенным провинциям (показатели даны в баллах по 100-градусной общереспубликанской шкале) *

Почвы	Западная псевдолесостепь				Собственно западная лесостепь				Правобережная провинция				Левобережная провинция			
	общий уро-вень		по зерновым	по озимой пшенице	общий уро-вень		по зерновым	по озимой пшенице	общий уро-вень		по зерновым	по озимой пшенице	общий уро-вень		по зерновым	по озимой пшенице
	по сахарной свекле	по сахарной свекле	по сахарной свекле	по сахарной свекле	по сахарной свекле	по сахарной свекле	по сахарной свекле	по сахарной свекле	по сахарной свекле	по сахарной свекле	по сахарной свекле	по сахарной свекле	по сахарной свекле	по сахарной свекле	по сахарной свекле	по сахарной свекле
Серые и светло-серые лесные легкосуглинистые	59	56	60	68	52	55	56	55	49	54	54	58	50	52	59	53
То же, суглинистые	72	75	66	79	65	68	62	62	64	67	66	60	52	59	68	55
То же, тяжелосуглинистые	—	—	—	—	—	—	—	—	76	77	75	63	54	67	82	44
Темно-серые лесные и оподзоленные черноземы легкосуглинистые	72	69	65	83	83	58	60	69	58	63	62	64	55	58	62	65
То же, среднесуглинистые	79	84	71	85	75	71	65	67	74	77	75	68	61	67	72	64
То же, тяжелосуглинистые	—	—	—	—	95	96	72	77	85	90	87	76	70	76	92	60
Черноземы мощные легкосуглинистые	80	72	68	88	77	71	70	73	70	72	72	69	56	61	61	66
То же, среднесуглинистые	83	76	70	95	90	79	72	90	83	85	79	72	67	71	76	66
То же, тяжелосуглинистые	—	—	—	—	100	97	77	86	93	96	92	76	72	76	83	70

* Общий уровень плодородия почв рассчитан по урожаям зерновых и технических культур в пересчете на зерновые единицы (Кузьмичев, 1969а, 1970).

распространенным агропочвенным группам. Основой для качественной оценки почв послужили данные об урожайности по десяти ведущим культурам за 10- и 15-летний периоды в 10 000 сельскохозяйственных предприятий республик (Кузьмичев, 1969 а, 1970). Математическая обработка этих данных, сопоставление ее результатов с материалами почвенных обследований позволили судить о производительности главнейших почв при данном уровне сельскохозяйственной техники и технологии по отношению к ведущим культурам в закрытой 100-балльной шкале и установить районы и почвы, наиболее благоприятные для возделывания тех или иных культур применительно к современному уровню техники земледелия и удобрений (табл. 2—4).

Уровни плодородия, характеризующие каждую группу почв, приведены в баллах. За 100 баллов приняты наивысшие, достаточно устойчивые на протяжении 10-или 15-летнего периода, урожай какой-либо одной (ведущей) культуры или группы культур (например, все зерновые). При обобщении материала по разнокачественным культурам (зерновые и технические) производился пересчет в зерновые единицы по коэффициентам, принятых для УССР.

Следует иметь в виду, что установленные в баллах уровни урожая несут в себе информацию не только о почве, но и вообще об условиях формирования урожая, характерных для данного экологического комплекса в целом, т. е. оценка дана по отношению к «месту произрастания». В нашем изложении эти балльные оценки названы уровнями плодородия почвы, так как понятие «плодородие» нельзя трактовать иначе, как оценку возможностей получения урожая, а оценивать эти возможности, исключив из рассмотрения свойственную данной местности совокупность экологических факторов, лишено смысла¹.

¹ При решении ряда задач, например при прогнозировании проектируемых мелиоративных мероприятий, типичные условия среды могут быть заменены на заданные.

Таблица 4

Уровень плодородия почв степи по основным агропочвенным провинциям (показатели даны в баллах по 100-градусной общереспубликанской шкале) *

Почвы	Правобережная провинция				Левобережная провинция			
	общий уровень	по зерновым	по озимой пшенице	по подсолнечнику	общий уровень	по зерновым	по озимой пшенице	по подсолнечнику
Черноземы обыкновенные глубокие легко- и среднесуглинистые	60	70	77	68	60	69	78	69
То же, тяжелосуглинистые	74	88	90	76	66	74	86	77
То же, глинистые	76	88	86	76	69	76	94	78
Черноземы обыкновенные тяжелосуглинистые	69	84	87	78	70	84	91	84
То же, глинистые	78	92	93	85	79	96	100	100
Черноземы обыкновенные переходные к южным тяжелосуглинистым	61	75	82	74	63	76	86	81
Черноземы южные тяжелосуглинистые и глинистые	60	73	70	63	54	70	68	62
Темно-каштановые и каштановые солонцеватые в комплексе с солонцами	50	65	74	43	51	68	68	46

* Общий уровень плодородия почв рассчитан по урожаям зерновых и технических культур в пересчете на зерновые единицы (Кузьмичев, 1969а, 1970).

Одни и те же дерново-подзолистые песчаные и глинисто-песчаные почвы западной, правобережной и левобережной провинций Украинского Полесья имеют существенно различные баллы и по отдельным культурам, и в обобщенных показателях. Сказанное сохраняет силу и для всех других почвенных групп, приведенных в таблицах 2, 3, 4.

При анализе полученных результатов нетрудно проследить не только закономерности в изменении плодородия по одним и тем же генетическим группам почв в разных зонах и провинциях, но и изменения по мере перехода к более тяжелым или более легким разностям по механическому составу.

По данным крупномасштабных почвенных обследований и материалов бонитировки почв можно видеть, что в Украинской ССР преобладают почвы со средним и выше среднего уровнями эффективного плодородия (классы 2 и 3). Это видно и из обобщенных данных, приведенных в табл. 5 (см. также таблицы 2—4).

Таблица 5

Уровни эффективного плодородия земель Украины по урожайности зерновых культур и озимой пшеницы

Уровень эффективного плодородия для зерновых	Площадь		Уровень эффективного плодородия для озимой пшеницы	Площадь	
	млн. га	%		млн. га	%
Высший	1,8	5,3	Высший	1,9	5,7
Высокий	7,3	21,3	Высокий	8,1	24,4
Средний	18,0	52,7	Средний	15,5	46,6
Ниже среднего	5,1	15,1	Ниже среднего	6,1	18,4
Низкий	1,9	5,6	Низкий	1,6	4,9

АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА

Баланс питательных веществ в связи с изъятием товарной части урожая неизбежно складывается с дефицитом, а круговорот веществ для почвы становится незамкнутым. Важнейшим рычагом для поднятия эффективного плодородия почв в условиях интенсивного сельскохозяйственного использования является поэтому систематическое применение удобрений, причем количество вносимых удобрений должно быть тем большим, чем интенсивнее ведется хозяйство.

В связи с этим задачей особой информативной агрохимслужбы, созданной в 1965 г., является постоянный контроль за состоянием агрохимических свойств почвы, за их изменениями под влиянием сельскохозяйственного использования земли. На территории УССР функционируют 25 зональных агрохимических лабораторий. К настоящему времени закончен первый тур агрохимических обследований и начались работы второго тура. Путем обобщения полученных данных (примерно 20 млн. анализо-единиц) установлены площади пахотных земель, отличающихся степенью обеспеченности подвижными формами фосфора и калия (табл. 6), а также уровнем рН.

Из приведенных в табл. 6 данных видно, что площади почв, обеспеченных фосфором, в полесских областях составляют более 60 %, в лесостепи их более 25 %, а в степи — выше 36 %. Почв, имеющих высокую обеспеченность фосфором, очень немного, причем меньше всего их в степи. Относительно малое распространение имеют и почвы, отличающиеся повышенным содержанием этого элемента, причем слабее всего они представлены в Полесье и опять-таки в степи (всего 10 %). Обеспеченность пахотных земель калием закономерно возрастает от Полесья к степи.

Следует отметить, что в пределах зоны от области к области уровень обеспеченности сильно варьирует. Полученные материалы уже сейчас позволяют по-новому ставить и решать проблемы распределения удобрений по зонам, областям, районам и хозяйствам: ведь каждое хозяйство теперь располагает картограммами агрохимических свойств по всем полям.

Материалы крупномасштабного почвенного обследования и данные агрохимслужбы дали возможность установить объекты, требующие химической мелиорации. Общая площадь кислых почв, нуждающихся в известковании, в пределах Полесья и лесостепи равна 7,7 млн. га; площадь солонцеватых почв, нуждающихся в гипсовании, а также в улучшении путем плантажной вспашки составляет в сумме около 1 млн. га. К настоящему времени известкование уже проведено на площади 7,1 млн. га, а гипсование — на

Площади групп почв с различным содержанием подвижного фосфора и обменного калия агрохимлабораторий УССР

Обследованная площадь, тыс. га	Содержание фосфора							
	низкое		среднее		повышенное		высокое	
	тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%
Полесье								
5181,3	3166,4	61,1	1342,3	25,9	455,2	8,8	217,4	4,2
Лесостепь								
10421,5	2631,6	25,3	5524,4	53,0	1810,0	17,4	455,5	4,4
Степь								
13371,0	5222,0	39,0	6438,9	48,2	1327,9	10,0	382,2	2,8
В целом по УССР								
28973,8	11020,0	38,1	13305,6	45,9	3593,1	12,4	1055,1	3,6

площади 400 тыс. га, плантажная вспашка, как метод коренного улучшения солонцов, осуществлена на 150 тыс. га.

На основании результатов агрохимических анализов, выполненных при крупномасштабных почвенных обследованиях и скорректированных данными агрохимслужбы, были составлены сводная общереспубликанская картограмма агрохимических свойств почв (рис. 3 на вклейке к стр. 7) и ряд вспомогательных картограмм по важнейшим агрохимическим и физико-химическим показателям почв, а также картограммы содержания в почвах микроэлементов — Mn, Co, Mo, В, что в свою очередь открывает возможности районировать применение этих видов удобрений.

На картограмму агрохимических свойств почв нанесены в обобщенном виде результаты агрохимических анализов, выполненных в ходе крупномасштабных почвенных обследований, данные, почерпнутые из литературных источников, а также частично материалы, полученные агрохимслужбой республики.

В качестве наиболее крупных номенклатурных единиц выделены уровни обеспеченности почв азотом, фосфором и калием. Их пять: очень низкий уровень обеспеченности, низкий, умеренная обеспеченность, повышенная обеспеченность, а также почвы, которые перед освоением нуждаются в различных мелиорациях. В пределах каждого уровня выделялись агрохимические классы по содержанию подвижных форм азота, фосфора и калия и соответственно по эффективности минеральных удобрений (эффективность оценена по пятибалльной шкале: 1 — крайне низкая, 3 — средняя, 5 — наивысшая). Эффективность удобрений изучалась по отношению к зерновым культурам, дифференциация в баллах осуществлена по принципам, принятым в инструкциях агрохимслужбы.

В результате проведенной работы выделено 25 классов почв (не считая почв, требующих предварительной мелиорации). Основанием для выделения в особый класс служило то или иное типичное соотношение в содержании азота, фосфора и калия. О принадлежности к агрохимическому классу по обеспеченности азотом судили главным образом по уровню содержания гумуса в пахотном слое. Потребность в известковании (мергелевании), фосфоритовании, внесении гипса или в сидерации на карте показывалась значениями: И — известкование, Г — гипсование, Ф — фосфоритование, З — внесение зеленого удобрения.

Данные по агрохимической характеристике были соотнесены с генетической природой почвы путем ссылки на номер шифра в легенде почвенной

Таблица 6
по агропочвенным зонам УССР (материалы агрохимического обследования зональных за 1965—1969 гг.)

Содержание калия								
низкое		среднее		повышенное		высокое		
тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%	
Полесье								
3171,1	61,3	1442,8	27,8	291,4	5,6	276,0	5,3	
Лесостепь								
1691,3	16,3	5653,9	54,3	2035,3	19,5	1041,0	10,0	
Степь								
588,7	4,4	4078,6	30,5	3661,5	27,4	5042,2	37,7	
В целом по УССР								
5451,1	18,8	11175,3	38,5	5988,2	20,7	6359,2	22,0	

карты. Соотношение с почвенной картой способствует углублению агрохимической картограммы: ведь на обычных агрохимикахтах, как правило, в агрохимические выделы неоправданно объединяются плакорные земли и вся иная почвенная ситуация, в то время как агрохимическая характеристика немыслима без учета почвенных комплексов, рядов и их закономерного распределения.

ЭРОЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ И ЗАДАЧИ ОХРАНЫ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА

Крупномасштабные почвенные обследования дали возможность более детально учитывать последствия развития эрозии (главным образом водной), распространенность эродированных почв и интенсивность эрозии в пределах природных зон и районов, административных областей, а также в границах отдельных землепользований.

Сельскохозяйственные земли республики в значительной мере затронуты эрозией. Из 43 млн. га сельскохозяйственных угодий эродировано 11,3 млн. га, из которых 8 млн. га приходится на пашню.

По Украине площади земель (в процентах к итогу) с определенной крутизной склонов распределяются следующим образом:

0—1,3°	78,0	6—12°	2,1
1,3—3°	17,0	12—20°	1,8
3—6°	0,9	> 20°	0,2

Из этих материалов видно, что в УССР преобладают земли, отличающиеся сравнительно слабыми уклонами. Следует, правда, отметить, что в составе этих земель значителен удельный вес земель равнинного, все еще переувлажненного Полесья и засушливой Черноморско-Азовской низменности, часто поражаемой к тому же ветровой эрозией. В важнейших сельскохозяйственных районах центральной степи и лесостепи более 1,2 млн. га пашни расположено на весьма опасных в эрозионном отношении склонах, от 5 до 15°.

По данным Н. К. Шикулы и К. Л. Холупяки, в УССР слабоэродированных почв насчитывается 7,7 млн. га (17,4%), среднеэродированных — 2,6 млн. га (5,9%), сильноэродированных — 0,9 млн. га (2,2%), намытых почв — 0,8 млн. га (1,9%).

Из приведенных данных следует, что преобладающая часть почв относится к слабоэродированным. Их улучшение исчерпывается осуществлением главным образом противоэрзационной системы агротехнических мероприятий.

Интересно привести распределение эродированных почв между разными генетическими группами почв (в тыс. га):

Оподзоленные черноземы и серые лесные почвы	224
Черноземы мощные	101
Черноземы обыкновенные	277
Черноземы на плотных глинах	42
Черноземы на элювии некарбонатных пород	57
Черноземы на элювии карбонатных пород	57
Всего	758, или 79% всех сильноэро- дированных почв

Таким образом, основная часть сильноэродированных почв приходится на черноземы.

По данным земельного учета, овраги в пределах республики занимают около 360 тыс. га. Рост оврагов — это наиболее концентрированный по разрушительности и последствиям вид эрозионного процесса.

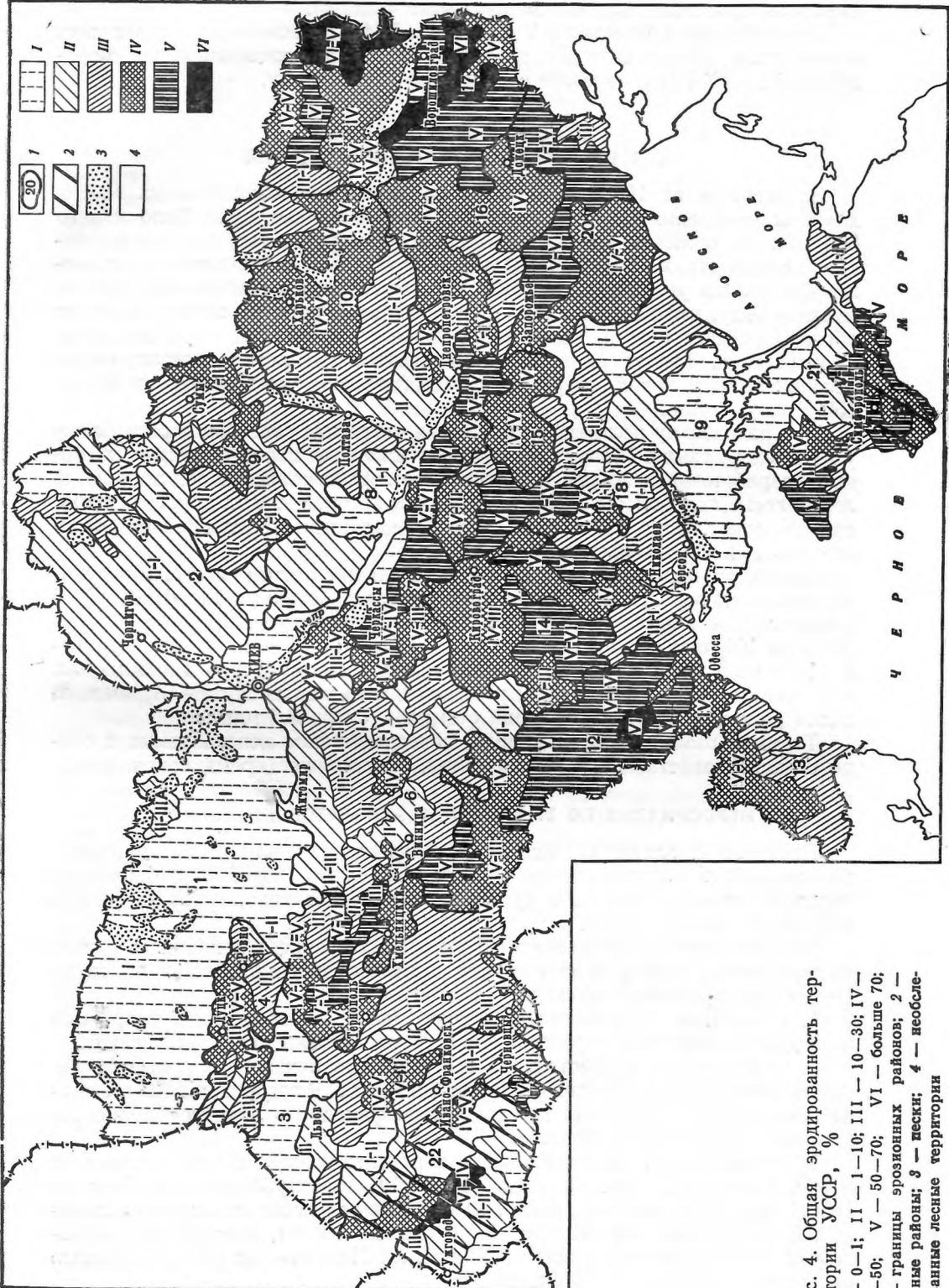


Рис. 4. Общая эродированность территории УССР, %
 I — 0—1; II — 1—10; III — 10—30; IV — 30—50; V — 50—70; VI — больше 70;
 1 — границы эрозионных районов; 2 — горные районы; 3 — пески; 4 — необлев-
 дованые лесные территории

Районирование эродированных земель с учетом сельскохозяйственных угодий, выполненное К. Л. Холупякой, позволило установить регионы различной степени поврежденности водной эрозией и тем самым дифференцировать противоэрэзионные мероприятия (рис. 4).

Укремпроект совместно с Украинским НИИ почвоведения и агрохимии разработали обоснование Генеральной схемы противоэрэзионных мероприятий до 1975 г. и на более отдаленную перспективу.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬ ДЛЯ НЕСЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЦЕЛЕЙ

За десятилетие 1960—1970 гг. из фонда сельскохозяйственных земель для удовлетворения различных несельскохозяйственных нужд было изъято 898 тыс. га, включая земли, переданные государственным лесохозяйственным предприятиям. В эту площадь вошло 355 тыс. га различных сельскохозяйственных угодий, из них 130 тыс. га пахотных земель. Необходимо иметь в виду, что потребность в дополнительном изъятии земель, главным образом за счет пашни, имеет место даже внутри сельскохозяйственного производства. Только на протяжении девятой пятилетки полезащитными лесополосами в зонах ветровой и водной эрозии будет занято от 100 до 150 тыс. га земли.

Под разработку полезных ископаемых открытым способом в республике уже отведено свыше 145 тыс. га. В ближайшие годы площади открытых горных разработок возрастут. Значительные площади отведены под природные лесополосы, под полосы вдоль железных и автомобильных дорог; в сумме они занимают около 142 тыс. га, или 22% площади, отведенной непосредственно для строительства этих дорог.

Предстоят дальнейшие отводы земель в связи с ростом населенных пунктов, особенно городов. По оптимальному из разработанных КиевНИИградостроительства вариантов для всех несельскохозяйственных нужд в предстоящие 100 лет потребуется освоить по УССР 6—6,5 млн. га, т. е. примерно 10% всей территории, из них для застройки городов — 1,2 млн. га, для внегородского размещения промышленности и транспорта — 1,5 млн. га и для резервирования территорий отдыха — около 3,5 млн. га.

Таким образом, площадь земель, непосредственно используемых в сфере сельскохозяйственного производства, в настоящее время сокращается.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО УЛУЧШЕНИЮ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Прогнозы и планы улучшения использования земли рассматриваются по отношению к двум этапам развития народного хозяйства: а) близкая перспектива — до 1980 г., и б) отдаленная перспектива, которую обычно относят к началу XXI в.

Мероприятия по использованию земельных ресурсов нашей республики на перспективу планируются в двух главных направлениях, взаимодействующих и перекрещивающихся одно с другим.

1. Почвенные мелиорации, коренное преобразование почв, сопровождающееся и глубокой перестройкой всей обстановки почвообразования.

2. Оптимизация хозяйственной эксплуатации почвенного покрова, обеспечение высокой продуктивности и эффективного плодородия почв в системе земледелия, в частности за счет интенсификации и лучшей сбалансированности круговорота веществ.

Площадь болот, заболоченных и переувлажненных земель составляет в УССР почти 4,5 млн. га. К началу 1970 г. в республике насчитывалось 1655,5 тыс. га осущенных земель, из которых под посев сельскохозяйственных культур было использовано 523,0 тыс. га, а сады, ягодники и приусадебные участки занимали всего 26,3 тыс. га. Наибольшей заболоченностью отличается Полесье и Прикарпатье.

Таблица 7

**Распределение и мелиоративная освоенность болотных и заболоченных земель
в УССР на январь 1971 г., тыс. га**

Зональные группы областей	Всего земель	В том числе земли		
		с осушительной сетью	подлежащие осушению	перспективного осушения
Степная	217,6	43,5	8,4	165,7
Лесостепная	966,3	295,6	97,0	573,7
Полесская	2769,7	1067,3	167,5	1584,9
Прикарпатье	511,9	249,0	19,1	243,5
Всего по УССР	4465,9	1655,4	292,3	2517,8

Как видно из приведенных в табл. 7 данных, осушение болотных и переувлажненных земель представляет собой весьма важный резерв для увеличения площади сельскохозяйственных угодий. Проектные и научно-исследовательские учреждения Министерства водного хозяйства и мелиорации республики (Укргипровохоз и УкрНИИГиМ) обосновали прогнозные данные, по которым за 25—30 лет на Украине будут осушены все переувлажненные земли в зоне избыточного и неустойчивого увлажнения. Темпы освоения на близкую и отдаленную перспективы приведены в табл. 8.

Наряду с осушением болот и других избыточно увлажненных земель, которые распространены преимущественно в пределах Полесья и Прикарпатья, возникает проблема сельскохозяйственного освоения мелководий в водохранилищах Днепровского каскада, в особенности Каховского. Эти мелководья после обвалования и откачки воды способны дать дополнительно 150—160 тыс. га великолепных кормовых угодий, земель для возделывания овощных культур и риса. В нынешнем виде обширные мелководья расходуют на испарение большие массы воды и вместе с тем бесполезны и для гидростанций, и для рыбоводства. Осушение обвалованных земель должно будет осуществляться в режиме двойного водорегулирования.

Большая часть территории УССР относится к зонам неустойчивого и недостаточного увлажнения. Недостаток влаги в почве является основным фактором, лимитирующим уровень урожая более чем на 10 млн. га сельскохозяйственных угодий. Вместе с тем в степных и частично лесостепных районах размещено более 60 % посевных площадей зерновых культур. Именно для этих районов к 1975 г. и на отдаленную перспективу предусмотрено значительное расширение площадей поливных земель. В 1970 г. на Украине их насчитывалось 933,6 тыс. га, к середине 70-х годов общая орошаемая площадь составит почти 1500 тыс. га; наибольшее развитие орошение приобретет в Херсонской, Крымской, Одесской и Николаевской областях.

Для орошаемых земель потребуется громадное количество воды, а ее резервы отнюдь не безграничны, влагообеспеченность Украины сравнительно низка. По расчетам, которые выполнили С. М. Перехрест и В. С. Пе-

Таблица 8

Перспективы мелиоративного освоения переувлажненных земель в УССР, тыс. га

Период	Группа областей			Всего по УССР
	лесостепная	полесская	западная	
До 1975 г.	71,5	210,5	55,9	338,0
Близкая перспектива	138,3	352,0	57,0	547,3
Отдаленная перспектива	92,4	545,8	110,0	748,2

рехрест (1971), намечаемые под орошение площади порядка 3,7—4,0 млн. га могут быть обеспечены водой при условии более полного зарегулирования стока и рационального использования поверхностных и подземных водных ресурсов, а также осуществления мероприятий по охране источников воды от истощения и загрязнения. Для регулирования паводкового стока Днепра, Днестра, Южного Буга, Северского Донца и других рек должны быть дополнительно построены новые крупные водохранилища комплексного значения. В площади перспективного орошения включены также оросительные системы, питающиеся за счет бытовых сточных вод городов и промышленности, общей площадью 400 тыс. га (Донецк — 50 тыс. га, Харьков — 30 тыс. га, Ворошиловград — 55 тыс. га и т. д.).

Особое значение для условий республики приобретает устройство орошения на базе местного стока. На перспективу планируется охватить орошение на местном стоке площади около 0,4 млн. га.

Существенным и крайне досадным недочетом в использовании резервов поливной воды является низкий технический уровень устройства и эксплуатации поливной сети. Потери воды в оросительных системах составляют 40—50% (без учета атмосферных осадков). Из магистральных, межхозяйственных и хозяйственных распределителей теряется 30—40% воды, а из временной и поливной сети, а также вследствие плохой организации полива — 55—60% поступающего количества воды.

Следует отметить, что начавшееся 9—12 лет назад внедрение бетонной облицовки, как об этом свидетельствуют С. М. Переход и др. (1971), резко повысило стоимость строительства, но не дало заметной экономии воды и улучшения мелиоративного состояния земель. Необходимы новые технические решения проблемы экономии оросительной воды. Наиболее перспективными в этом плане являются пути использования коллоидно-химической технологии грунта (создание искусственного уплотненного иллювиального горизонта) и кольматации.

Весьма интересны предложения использовать легкие песчаные почвы Южного Приднепровья для возделывания риса. При этом в толще песка создается водонепроницаемая или маловодопроницаемая прослойка, что позволяет резко сократить поливные нормы и при условии надлежащего удобрения (в результате чего создается своеобразная гидропоника) получить урожай риса порядка 80—90 ц/га. Массивы бесплодных сыпучих песков в перспективе могут быть превращены в зеленые оазисы рисовых полей, и за этот счет республика сможет расширить возделываемую площадь на 100—120 тыс. га (Демиденко и др., 1971).

Итак, в перспективе водными мелиорациями (осушением и орошением) будет охвачено примерно 8 млн. га. Фонд пахотных земель тем самым возрастет примерно на 25% против современного.

Следует отметить, что и в почвенном покрове произойдут перемены, почвообразовательный процесс претерпит глубокие изменения: изменится почвенный климат, энергетика почвообразования, его интенсивность, а главное — резко возрастет эффективное плодородие и его устойчивость.

Наряду с водными мелиорациями важнейшую роль в повышении продуктивности сельского хозяйства и обеспечении прогрессивного роста почвенного плодородия имеет система мероприятий по борьбе с водной и ветровой эрозией и по охране почвенного покрова, которая определена постановлениями Партии и Правительства. Выше уже упоминалось, что Укрземпроект с участием Украинского НИИ почвоведения и агрохимии разработал Генеральную схему противоэрэозионных мероприятий по УССР на девятую пятилетку и близкую перспективу (1971—1980 гг.). В соответствии с этой схемой мероприятия по борьбе с эрозией и по освоению поврежденных эрозией почв должны быть в основном завершены в ближайшей перспективе. К их числу относятся: агротехнические мероприятия по борьбе с ветровой и водной эрозией, лесомелиоративные работы, в том числе облесение песков, создание системы противоэрэозионных гидротехнических сооруже-

ний, террасирование склонов, а для горных районов также создание противоселевых сооружений.

На Украине наиболее распространены слабоэродированные почвы на малых уклонах. Для 80% площадей с уклонами больше 2° запланирована и уже выполняется обработка поперек склонов, а для более сложных условий — контурная обработка, которую намечено осуществить примерно на 20% площадей с уклонами менее 2°. Для склонов крутизной от 2 до 5° запроектировано также прерывистое бороздование с почвоуглублением, а для всей площади сильноэродированных пахотных земель с уклонами более 5° — щелевание зяби и посевов. Введение почвозащитных севооборотов планируется для 85—90% средне- и сильносмытых пахотных земель, а для остальной площади (10—15%) — полосное размещение посевов.

Примерно на половине всей площади пастбищ и сенокосов, значительно распространенных именно на эродированных землях, предусматривается осуществление мероприятий по коренному улучшению: перепашка площадей, посев многолетних трав, для менее подходящей по условиям рельефа части кормовых угодий (тоже около половины всей площади) в настоящее время можно осуществить лишь поверхностное улучшение с использованием боронования и дискования дернины, а также подсев многолетних трав. Освоение склоновых сенокосов и пастбищ (на площади около 4 млн. га) позволит значительно расширить кормовую базу животноводства.

Лесомелиорация входит органической составной частью в систему мероприятий по борьбе с водной и ветровой эрозией. Она включает в себя создание лесополос — полезащитных, водорегулирующих и т. п., а также облесение оврагов, балок, песков. По подсчетам В. Ф. Добровольского (1971), лишь для противоэрозионной защиты полей и водоемов в зонах водной и ветровой эрозии потребуется дополнительно 100—150 тыс. га земель, используемых ныне под посевы. Водорегулирующие полосы запроектированы в основном по границам почвозащитных севооборотов, а там, где такие севообороты по тем или иным причинам не запроектированы, — по границам средне- и сильноэродированных почв.

Противоэрозионные гидротехнические сооружения приобретают особое значение в управлении поверхностным стоком, его рассредоточении и задержке на наиболее опасных участках развития линейной эрозии. Мероприятия в этой области заключаются в первую очередь в создании водоудерживающих валов, с непременным учетом водосборных площадей. На ряде склоновых объектов предусматривается создание террас, а в горных районах Крыма и в Карпатах — сооружение противоселевых устройств.

Общие объемы противоэрозионных работ по республике характеризуются следующими показателями (тыс. га):

	1975 г.		1975 г.
Вспашка поперек склона	6200	Залужение сильноэродированных земель	400
Лункование, бороздование зяби	1600	Щелевание пастбищ на склонах	900
Поделка микролиманов	1100	Регулирование снеготаяния	5000
Прерывистое бороздование пропашных культур	1000	Безотвальная обработка почвы	600

Мероприятиями по борьбе с водной и ветровой эрозией на пашне будет охвачена площадь, примерно равная $\frac{2}{3}$ площади пахотных угодий, а для всех земель — свыше 60% площади земель республики.

Следует отметить, что уже к 1980 г. эрозии — этому вредоносному, а в ряде случаев губительному воздействию стихийных разрушительных сил будет поставлена надежная препона. Резкое снижение интенсивности эрозионных процессов и в преобладающем числе случаев их полное устранение не замедлят сказаться на течении почвообразования: будут формироваться полнопрофильные плородные почвы не только в результате ослабления денудации, но также вследствие уменьшения стока и создания оптимального водного режима почв, увеличения запаса в почвах продуктив-

ной влаги, а также (в связи с неуклонным возрастанием химизации и повышения доз вносимых удобрений) лучшего обеспечения пищевого режима почв. Но эта сторона изменения почв еще мало изучена. Вместе с тем известно, что эффективность органических и минеральных удобрений из расчета окупаемости единицы действующего начала выше на эродированных почвах, чем на аналогичных неэродированных. Отсюда следует, что систематическое обеспечение удобрениями эродированных почв интенсифицирует их освоение.

К задачам поднятия продуктивности и эффективности плодородия эродированных почв тесно примыкают задачи рекультивации почв, нарушенных промышленными выработками. К настоящему времени на территории республики площадь земель, отведенных под разработку полезных ископаемых открытым способом, составляет в сумме 145 тыс. га. Порядок восстановления земель, нарушенных горными выработками, определен действующим земельным законодательством. На 1975 г. утвержден план рекультивации для площади 34,4 тыс. га, а на близкую перспективу (1980 г.) предусматривается завершение рекультивации всех массивов с землями, нарушенными промышленными выработками.

По данным крупномасштабного почвенного обследования, в пределах республики значительно распространены кислые почвы (Полесье, лесостепь, Прикарпатье). Они могут быть улучшены при помощи известкования или сочетания его с внесением гипса. Солонцы и солонцеватые почвы должны быть мелиорированы путем гипсования.

Объемы работ по известкованию были определены в сумме по трем названным регионам в 7,7 млн. га; гипсование подлежит площадь около 1 млн. га. Следует отметить, что в улучшении солонцеватых почв юга УССР весьма эффективным оказался метод плантажной вспашки по методике, разработанной А. В. Новиковой. При этой вспашке на поверхность выворачивается гипс из неглубоко залегающего гипсоносного слоя, он распределяется по всей толще поднятого плантажем горизонта и оказывает мелиорирующее действие на пахотный слой почвы.

К настоящему времени, судя по данным ЦСУ, произвестковано 7,1 млн. га кислых почв, загипсовано 300 тыс. га солонцеватых почв и плантаж проведен на площади около 150 тыс. га. Задача сводится к тому, чтобы обеспечить повторное известкование всего массива дерново-подзолистых и серых лесостепных почв на площади 7,7 млн. га, а также внесение гипса в оставшиеся незагипсованными солонцеватые почвы общей площадью примерно 0,4 млн. га. Все это необходимо выполнить в текущем пятилетии.

Таким образом, почвенный покров Украины в перспективе будет в значительной степени преобразован.

ЛИТЕРАТУРА

- Демиденко А. Я., Иващина А. Д. К вопросу освоения нижнеднепровских песков для целей рисосеяния. — В кн. «Прогнозирование использования земельных ресурсов Украинской ССР и Молдавской ССР», ч. 2. Киев, СОПС, 1971.
- Добровольский В. Ф. Прогноз основных направлений экономии земель для несельскохозяйственных нужд. — В кн. «Прогнозирование использования земельных ресурсов Украинской ССР и Молдавской ССР», ч. 3. Киев, СОПС, 1971.
- Кузьмичов В. П. Бонітування ґрунтів Лівобережної України. — Зб. «Агрохімія і ґрунтознавство», вип. II Київ, «Урожай», 1969а.
- Кузьмичов В. П. Короткі підсумки робіт по бонітуванню ґрунтів. — Зб. «Агрохімія і ґрунтознавство», вип. 8. Київ, «Урожай», 1969б.
- Кузьмичов В. П. Про бонітування ґрунтів України. — Зб. «Агрохімія і ґрунтознавство», вип. 15. Київ, «Урожай», 1970.
- Кузьмичов В. П. «Современные и перспективные бонитеты почв Украинской ССР и Молдавской ССР», ч. 1, СОПС, Киев, 1971.
- Перехрест С. М., Перехрест В. С. Прогноз водных ресурсов и их использование в орошаемом земледелии. — В кн. —Прогнозирование использования земельных ресурсов Украинской ССР и Молдовской ССР», ч. 3. СОПС, Киев, 1971.
- Сільське господарство УРСР. Статистичний збірник. Київ, «Статистика», 1970.

АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ ПО ДАННЫМ КРУПНОМАШТАБНОГО ПОЧВЕННОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

Изучение агрохимических свойств почв, а именно: содержания гумуса, поглотительной способности почв (суммы поглощенных оснований), содержания подвижных форм фосфора и калия, а также реакции почв (рН солевого), гидролитической кислотности, степени ненасыщенности основаниями — проводилось сопряженно с таким важным показателем природных свойств почв, как механический состав, в частности содержание фракций физической глины и особенно ила. Комплекс всех этих показателей определяет потенциальное плодородие почв и эффективность удобрений.

В работе использованы аналитические данные, полученные в процессе крупномасштабного почвенного обследования 1957—1961 гг. Эти данные были обобщены по разновидностям почв в пределах административных, а затем природно-экономических районов республики. Нанесение обобщенных показателей на почвенную карту позволило составить обзорные картограммы изучаемых показателей.

Механический состав почв является одним из главных показателей плодородия почв и определяет ряд их агрохимических свойств, а также эффективность удобрений. Механический состав почв Украины отражен на республиканских, областных и районных почвенных картах с указанием групп и подгрупп почв по классификации М. М. Годлина (1958). Оценивая потенциальное плодородие почв, а также эффективность удобрений, необходимо в большей мере, чем это предусмотрено классификацией Годлина, детализировать содержание физической глины ($<0,01$ мм) и ила ($<0,001$ мм).

Согласно картограммам (рис. 1, 2), а также данным о механическом составе почвообразующих пород (Биленко, 1947; Булавин, 1966; Заморий, 1961, и др.), механический состав почв Украины соответствует фациально-зональным особенностям материнских пород.

Моренно-зандровой и задловой равнинам УССР, покрытым ледниковыми, водно-ледниковыми, аллювиальными отложениями и дюнными песками, свойственно преимущественно глинисто-песчаные почвы с содержанием физической глины 6—10% и ила 2—5%. Лишь в южной части этой территории, где откладывался более измельченный материал, а также на моренных отложениях развились дерново-подзолистые супесчаные почвы, содержание фракций физической глины в которых составляет 10—15%, а ила — 5—8% (в некоторых случаях содержание этих фракций достигает соответственно 20 и 11%).

Легкосуглинистым почвам, которые развиваются по элювиальному типу, а также черноземным почвам Приднепровской низменности свойственно более низкое содержание фракций $<0,01$ мм (20—25%). У черноземов оподзоленных и мощных правобережных и западных районов зоны легких суглинков эта фракция составляет 20—30%.

Легкосуглинистые почвы по содержанию илистой фракции можно разделить на три группы. Наименьшим ее содержанием (8—11%), которое обычно свойственно супесчаным почвам, отличаются почвы элювиального типа почвообразования Карпат, Полесья и равнин, прилегающих к мореннозандровой зоне. Средний уровень (11—15%) присущ обычно серым оподзоленным

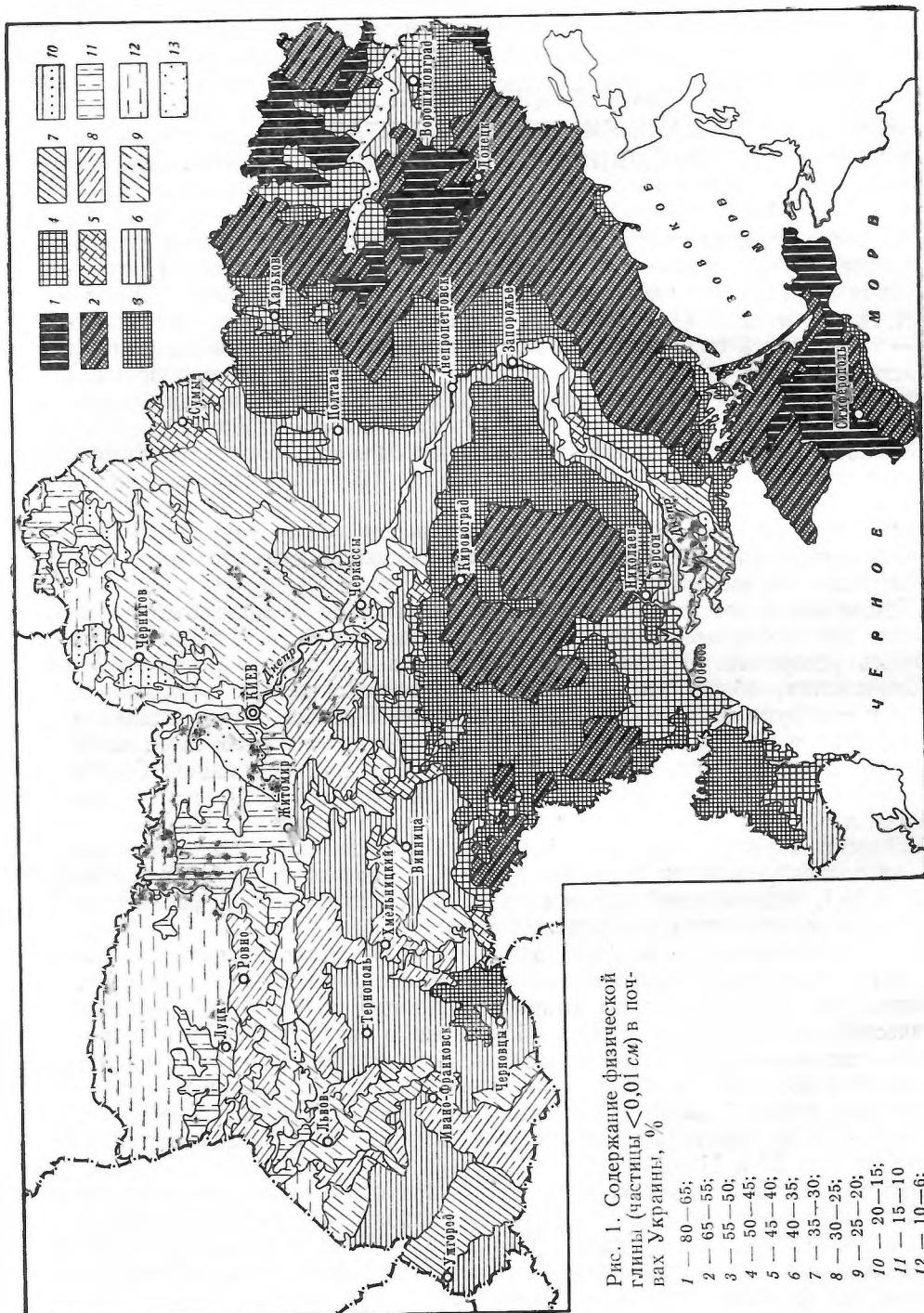


Рис. 1. Содержание физической глины (частицы $<0,01 \text{ см}$) в почвах Украины, %

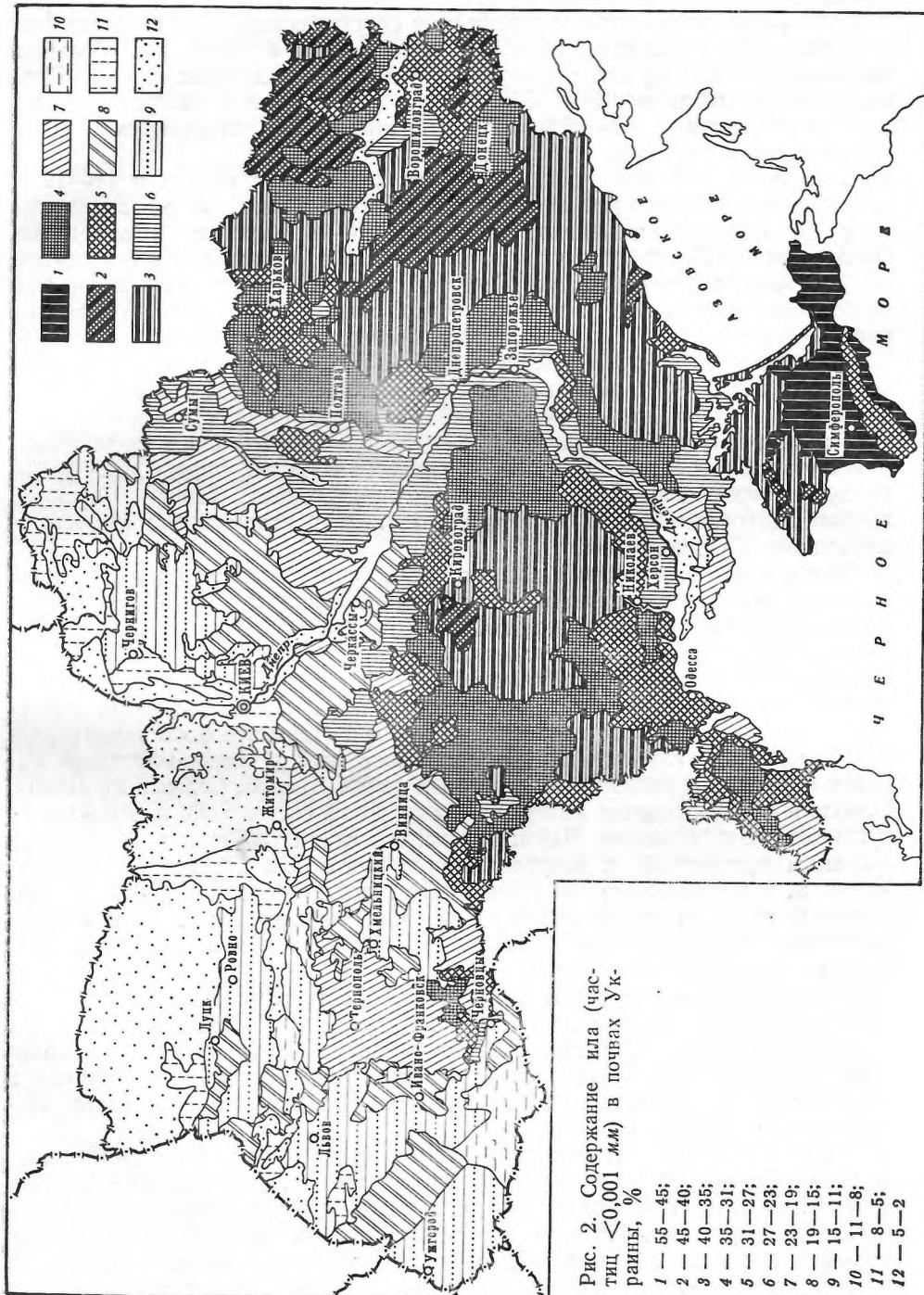


Рис. 2. Содержание ила (частиц $<0,001 \text{ м.м.}$) в почвах Ук-
раины, %

почвам, а также небольшим массивам черноземных почв, развившихся на приледниковых равнинах Западного и Северного Подолья. Содержание ила от 15 до 19 % свойственно черноземам и является, очевидно, характерным для почв, не имеющих признаков элювиального процесса.

При среднесуглинистом механическом составе основной фон составляют почвы с содержанием фракций $<0,01 \text{ мм}$ 35—40 %, и только на небольшой площади в высокогорных Карпатах, а также в междуречье Сула — Псел эта фракция составляет 30—35 %. Почвы с содержанием фракции физической глины, равным 40—45 %, на территории УССР встречаются редко и небольшими контурами.

Содержание илистой фракции, равное 15—19 %, а иногда и 11—19 %, присуще среднесуглинистым почвам, развивающимся по элювиальному типу на высокоувлажненных территориях — в Карпатах, Закарпатье, Предкарпатье, Приднестровском ополье, а также на умеренно и недостаточно увлажненных территориях Северной Подолии, Приднепровской возвышенности и винницкого массива серых оподзоленных почв. Указанные уровни илистой фракции свойственны обычно легкосуглинистым почвам. Содержание ила 19—23 % наблюдается преимущественно у почв черноземного типа подольского массива, северной части Приднепровской возвышенности, междуречья Сула — Псел и характерно для среднесуглинистых почв черноземного типа. Содержание ила 23—27 % в почвах УССР, совпадающее с количеством илистой фракции в почвообразующей породе (22—25 %), присуще черноземам сравнительно высоких террас (Псел — Ворскла), почвам центральной и южной частей Приднепровской возвышенности и низменного Приднепровья.

Изменение механического состава почв от средних суглинков к тяжелым и глинам обусловлено прежде всего сменой типичных крупнопылеватых лёссов фацией тяжелосуглинистых и глинистых лёссов УССР (Булавин, 1966). Граница между средними и тяжелыми суглинками проходит с юго-запада на северо-восток Украины, прерываясь средними и легкими суглинками долины Днепра, и совпадает с осью барометрического максимума, определяющего климатические условия прилегающих территорий. Распространение глинистых почв в юго-восточной и северо-восточной Украине нарушается вклиниванием речных долин Днепра, Северского Донца, Оскола и др., в пределах которых механический состав почв изменяется до суглинистого и песчаного. Крупные массивы глинистых почв правобережья Украины приурочены к водораздельным плато Южный Буг — Ингул — Ингулец, а также Днестр — Южный Буг, представляющих собой острова лёссовых пород, не подверженных или слабо подверженных делювиальным процессам. В левобережье Украины они составляют основную часть почвенного покрова степной зоны.

Тяжелосуглинистые почвы окаймляют область глинистых почв и занимают территории вдоль долин Днепра, Северского Донца, Оскола и др., а также побережья Черного и Азовского морей, сменяясь на северо-западе средними и легкими суглинками приледниковых и ледниковых равнин в соответствии с характером изменения гранулометрического состава лёссовых пород (Заморий, 1961).

Распространение тяжелосуглинистых почв, содержащих определенные фракции физической глины и ила, обусловлено также содержанием этих фракций в почвообразующей породе, а также направлением почвообразовательного процесса. Но в лесостепи и степи большинство водоразделов покрыто черноземными почвами, в которых количество фракций $<0,01 \text{ мм}$ составляет 50—55 % и $<0,001 \text{ мм}$ — 31—35 %. Небольшие площади почв этого типа расположены вдоль долин Днепра, Оскола, Айдара, побережья Черного моря, где почвообразующие породы представлены опесчаненными лёссовидными суглинками; они отличаются некоторой обедненностью этими фракциями — соответственно до 45—50 и 27—31 %. Наименьшая илостность свойственна им в пределах южных отрогов Молдавской возвы-

шенности, узкие водоразделы которой также покрыты делювиальными отложениями.

Проявление элювиального процесса в почвах этого класса механического состава обусловило снижение количества илистой фракции, содержание которой, так же как и у среднесуглинистых почв, определяется физико-географическими условиями их залегания. У серых оподзоленных почв Полтавской Приднепровья, Побужья, а также Харьковской лесостепной области, юго-западных отрогов Среднерусской возвышенности содержание фракций $<0,001 \text{ mm}$ составляет 23—27%, увеличиваясь на границе со степной зоной до 27—31%.

Основную площадь глинистых почв составляют легкие глины, в которых содержание фракций $<0,01$ и $<0,001 \text{ mm}$ составляет соответственно 59—62 и 35—40%.

Почвы среднеглинистого механического состава имеют небольшой удельный вес: в правобережье они приурочены к выходам красно-бурых глин, а также глинистых лёссовых пород высших точек водоразделов Днестр — Кодьма, равнинно-волнистых водоразделов задонецкой степи и западных склонов Донецкого кряжа, где глинистость и илистость лёссов возрастают соответственно до 69 и 47%.

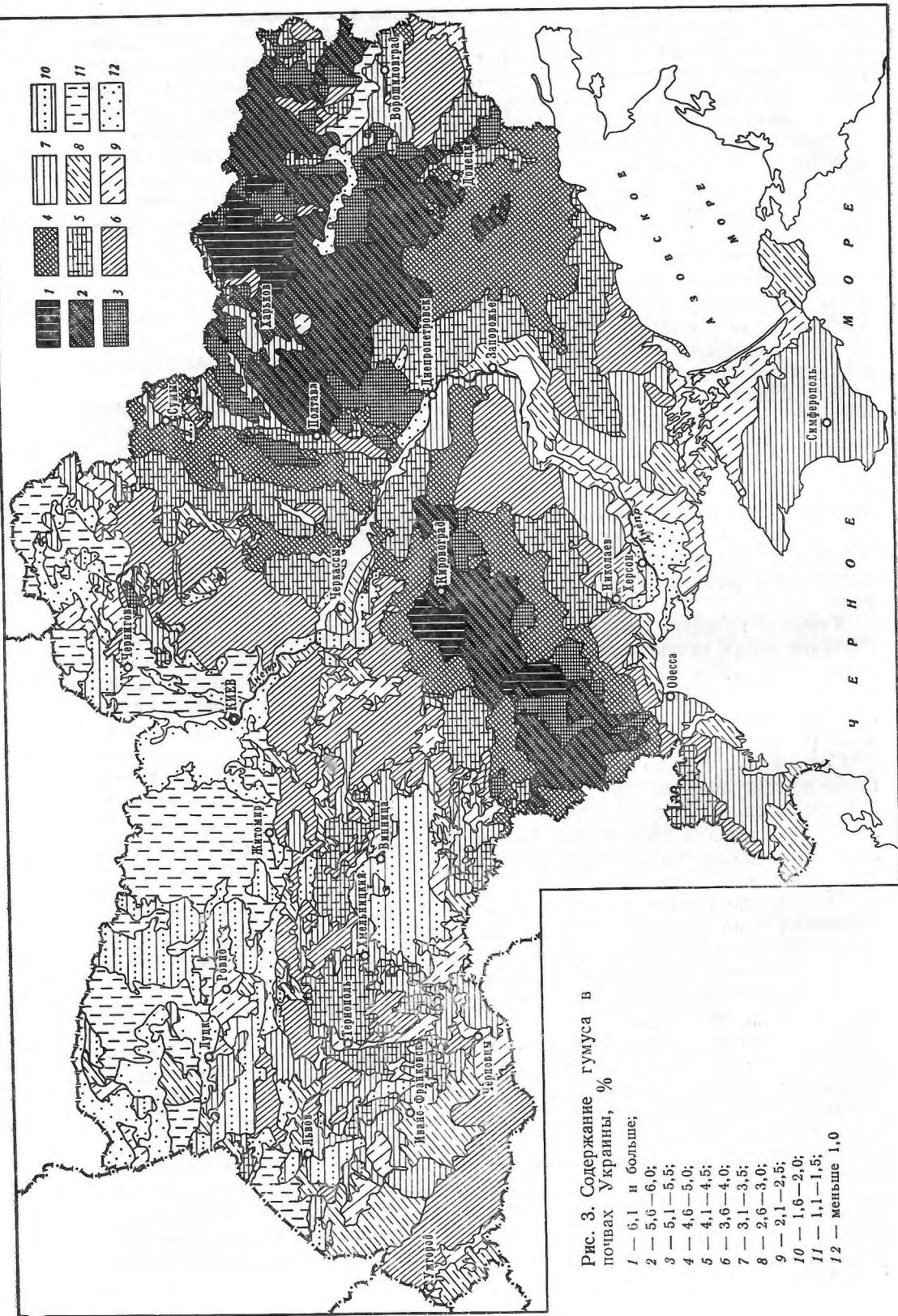
К средним глинам относятся большие площади почв Крыма, сформировавшихся на третичных глинах, а также на четвертичных континентальных лёссовидных глинистых отложениях. Эти почвы содержат значительное количество частиц фракции $<0,01 \text{ mm}$ (68—75%), однако существенно отличаются по содержанию фракции $<0,001 \text{ mm}$: в задонецкой степи и на западных склонах Донецкого кряжа они беднее илистой фракцией (40—45%), а в Крыму, где почвообразование идет на своеобразных континентальных и морских отложениях, — богаче (45—50% и больше). Тяжелые глины выявлены в редких случаях, преимущественно на Керченском полуострове.

Гумус — главный резерв питательных веществ. Его количество характеризует общее потенциальное плодородие почв. Исследованиями установлена зависимость между содержанием гумуса и агрохимическими свойствами почв (Хейфиц, 1950; Зайцев, 1959), содержанием фосфора и кальция (Рассел, 1955), содержанием гумуса и поглотительной способностью почв (Кулаковская, 1965).

Содержание гумуса определялось методом И. В. Тюрина, М. М. Кононовой по генетическим горизонтам во всем почвенном профиле. На приведенной картограмме (рис. 3) содержание гумуса обобщено лишь для верхнего наиболее активного слоя почвы. На ней выделено 12 групп почв с интервалами содержания гумуса в 0,5%; эти группы объединены в шесть статических классов.

Содержание гумуса в почвах республики подчинено определенной зональности и обусловлено типом и механическим составом почв, характером почвообразующих пород и климатическими условиями (Кузьмичев и др., 1970). Показатели содержания гумуса в верхних горизонтах тесно коррелируют с его запасами во всем гумусированном профиле при тесноте связей от +0,96 до +0,80.

Самое высокое содержание гумуса (5,6—6,5%) характерно для черноземов мощных и обыкновенных среднегумусных тяжелосуглинистых и глинистых, которые по территории республики тянутся полосой, образуя своеобразную ось с юго-запада на северо-восток, восток и юго-восток (Одесская, Кировоградская, Полтавская, Харьковская, Донецкая, Ворошиловградская области), и прерываются долиной Днепра в среднем его течении. Северо-западная граница этого ареала совпадает с полосой прохождения оси максимального барометрического давления (Кишинев, Кировоград, Полтава, Харьков). Она делит территорию Украины на две части: северо-западную, более влажную и прохладную, и юго-восточную, более теплую и сухую.



Наименьшее содержание гумуса в верхнем горизонте характерно для дерново-подзолистых песчаных и глинисто-песчаных почв, оно составляет около 1,0 %, а в некоторых случаях повышается до 1,1—1,2 % (по содержанию). У этих же почв, но оглеенных его содержание возрастает до 1,1—1,2 %. Дерново-среднеподзолистые неоглеенные и оглеенные супесчаные почвы содержат 1,1—1,5 % гумуса, а в Ровенской области — даже 1,6—2,0 %.

У светло-серых и серых лесных оподзоленных почв в зависимости от механического состава содержание гумуса варьирует от 1,6 до 3,0 %, а у темно-серых оподзоленных почв — соответственно от 2,6 до 3,6 %. У черноземов оподзоленных его содержание повышается до 2,6—4,9 %. У черноземов мощных малогумусных легкосуглинистых гумуса содержится 3,0—3,9 %, у среднесуглинистых — 3,9—4,9 %, у тяжелосуглинистых — 4,7—5,4 %, а у черноземов среднегумусных — до 6,5 % и более. У черноземов обыкновенных мощных среднегумусных содержание гумуса удерживается на уровне черноземов мощных (5,8—6,5 %). Для черноземов мощных и обыкновенных среднегумусных характерно не только высокое содержание гумуса, но и наименьшее варьирование его показателей по регионам, что свидетельствует об общности факторов почвообразования.

У почв, расположенных южнее границы черноземов обыкновенных мощных среднегумусных и обыкновенных среднегумусных, содержание гумуса последовательно падает — у черноземов обыкновенных малогумусных и слабогумусированных оно составляет 2,4—5,3 %, у черноземов южных — 2,3—4,2 %, у темно-каштановых солонцеватых почв — 3,6—3,7 %, у каштановых солонцеватых — 2,6—2,7 %.

На Украине площадь эродированных почв составляет 25,6 % от общего фонда пахотных земель. У слабосмытых разновидностей лесостепных и степных почв содержание гумуса в среднем снижается на 14—15 %, а у средне- и сильносмытых — на 39—40 %.

В пахотном фонде республики почвы с повышенным, высоким и очень высоким содержанием гумуса составляют 46 %, со средним, пониженным и очень низким содержанием — 54 %.

У большинства почв лесостепи аналогичного генезиса и механического состава наблюдается тенденция к изменениям в содержании и запасах гумуса в меридиональном направлении. Несколько больше его содержат почвы левобережных провинций, затем идут западные и правобережные провинции. У последних снижение содержания гумуса совпадает с опесченностью механического состава.

Тесная коррелятивная зависимость ($r = 0,75 — 1,00$) между содержанием гумуса и урожайностью сельскохозяйственных культур, как правило, наблюдается при сопоставлении этих показателей в пределах природно-экономических районов, т. е. территорий, близких в климатическом и организационно-хозяйственном отношениях. Обычно природно-экономический район охватывает территории двух — десяти административных районов. При сопоставлении этих же показателей по природно-экономическим районам в пределах почвенных провинций (территории нескольких административных областей или их частей) теснота связи существенно ослабевает, до средней и низкой. Здесь урожайность сельскохозяйственных культур определяется не только почвенными, но и климатическими, организационно-хозяйственными и экономическими условиями. Если принять для корреляционного анализа средневзвешенные показатели содержания гумуса и урожайности в целом по почвенным провинциям, то теснота связей существенно повысится.

При выведении средневзвешенных показателей элиминируются климатические и другие важные в определении урожайности условия. В последнем случае теснота связей ослабевает при продвижении от западных провинций к восточным. Зависимость урожайности от содержания гумуса определяется и уровнем агротехники, в частности количеством применяемых

мых удобрений. Она слабая или отсутствует в районах с положительным балансом питательных веществ и более высокая в районах с малыми количествами вносимых удобрений.

На госсортотестах в настоящее время корреляционной зависимости между содержанием гумуса и урожайностью сельскохозяйственных культур не наблюдается (Крупский, Деревянко, 1969).

Содержание и запасы гумуса в большей мере характеризуют потенциальное плодородие почв, а климатические условия — возможности его реализации при современных количествах применяемых удобрений. На больших площадях Украины, в частности во всех степных районах, в левобережной и частично правобережной лесостепи, урожай сельскохозяйственных культур все же в большей мере определяются ресурсами почвенного плодородия, мобилизуемыми за счет минерализации гумуса.

Поглотительная способность почв (сумма поглощенных оснований) характеризует богатство почв коллоидной частью, их буферные свойства. С ней связаны реакция почвенного раствора, основные био-физико-химические и физические свойства почв, обеспеченность органическим веществом. Некоторые обменные основания являются источником питания растений. Сумма поглощенных оснований определялась в Западной и правобережной Украине по Каппену-Гильковицу, в левобережной — вытеснением ацетатом аммония и по Гедрицу, в Крыму — по Тюрину.

По показателям суммы поглощенных оснований (Ca , Mg , K , Na) почвы разделены на 12 статистических групп. Интервал между группами 5—3 мг-экв на 100 г почвы, между классами — 15—10 мг-экв (рис. 4).

Географическое распространение показателей суммы поглощенных оснований во многом сходно с проанализированными ранее данными по содержанию гумуса и илистой фракции. Однако у суммы поглощенных оснований наблюдается несколько большее смещение максимальных показателей к югу и юго-востоку по сравнению с содержанием гумуса. Все же оба названных показателя довольно тесно связаны с характером почвообразующих пород, типом почв, их механическим составом, климатическими условиями территории (Крупский и др., 1970).

Наибольшее количество поглощенных оснований содержится в почвах двух провинций. Первая — большая по площади — охватывает район левобережной степи. В черноземах обыкновенных среднегумусных глинистых задонецкой сени Ворошиловградской области содержится самое большое на Украине количество поглощенных оснований — более 55 мг-экв на 100 г почвы. У черноземов мощных среднегумусных преимущественно глинистых их 50—55 мг-экв , а у черноземов обыкновенных мощных средне- и малогумусных, а также обыкновенных средне- и малогумусных Харьковской, Днепропетровской, Донецкой областей — 45—50 мг-экв . Вторая провинция охватывает зону черноземов мощных и обыкновенных Одесской области. Здесь максимальное содержание поглощенных оснований не превышает 55 мг-экв .

В правобережной Украине район с высоким содержанием в почвах поглощенных оснований в несколько раз меньше, чем район высокой обеспеченности гумусом, и сильно сдвинут на юго-запад. Следовательно, ареал почв с высоким содержанием поглощенных оснований практически не образует аналогичной гумусной оси. По поглотительной способности эта ось лишь прослеживается, так как значительна депрессия в содержании поглощенных оснований у черноземов мощных и обыкновенных Кировоградской и смежных с ней областей. По мере удаления на север, северо-запад и юг от названных районов содержание поглощенных оснований в почвах падает.

Дерново-подзолистые почвы вследствие незначительного количества минеральных коллоидов и бедности органическим веществом имеют следующую сумму поглощенных оснований: для разновидностей песчаного и глинисто-песчаного механического состава — 2—3 мг-экв , супесчаного —

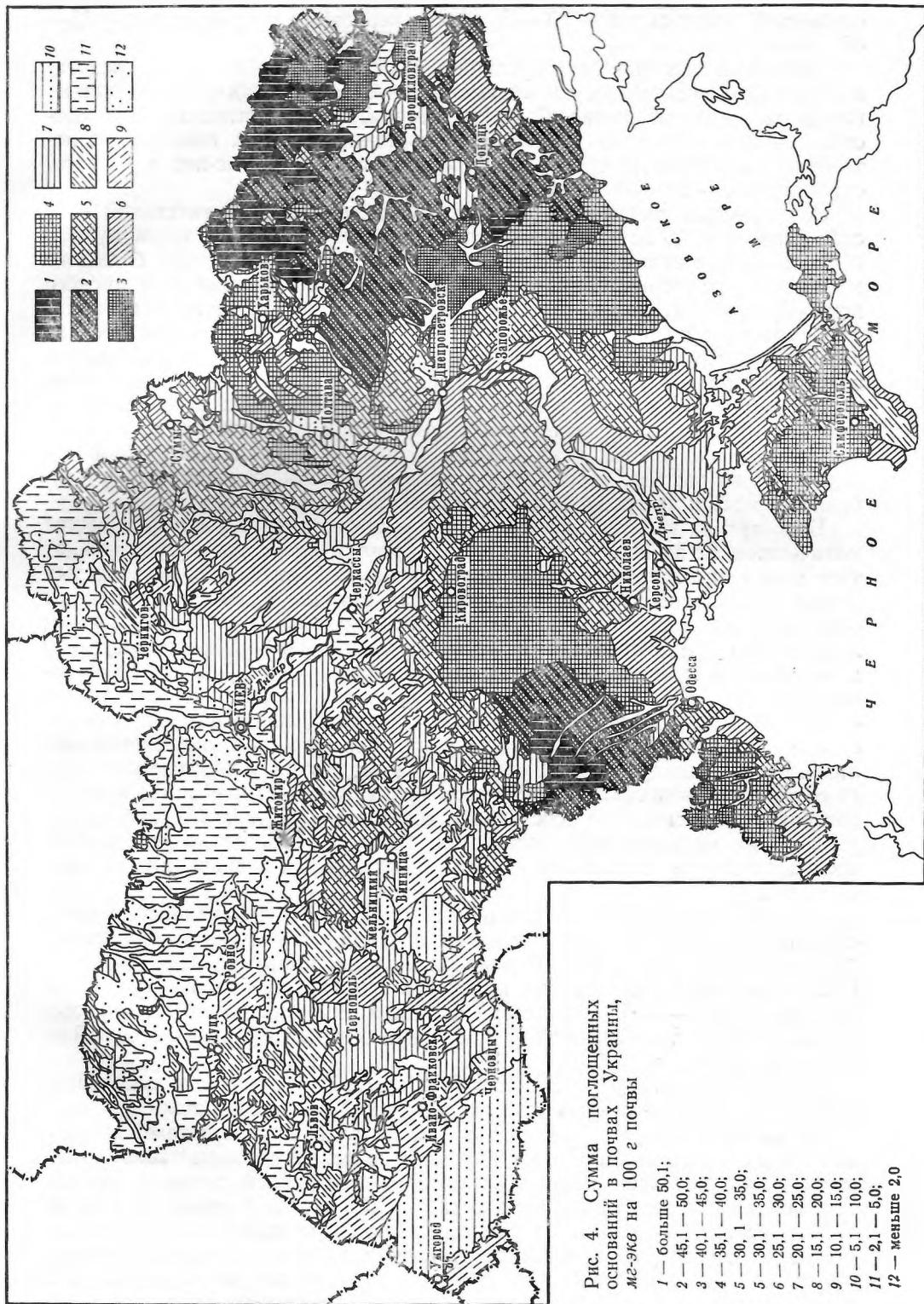


Рис. 4. Сумма поглощенных оснований в почвах Украины, $M^2\text{-эка на } 100^2 \text{ почвы}$

около 5 мг-экв. Светло-серые, серые лесостепные оподзоленные почвы в зависимости от механического состава содержат 5—25 мг-экв поглощенных оснований, темно-серые — 10—35 мг-экв, черноземы оподзоленные — 15—40 мг-экв.

Черноземы мощные легкосуглинистые содержат поглощенных оснований 15—25 мг-экв, среднесуглинистые — 20—30 мг-экв, тяжелосуглинистые, глинистые — 35—55 мг-экв. С продвижением на юг поглотительная способность почв снижается, составляя у темно-каштановых, каштановых достаточно солонцеватых среднесуглинистых почв 15—20 мг-экв, у тяжелосуглинистых — 25—30 мг-экв.

Солонцеватые почвы юга обладают повышенной поглотительной способностью — от 30 до 45 мг-экв. Почвы Прикарпатья, Карпат формируются в условиях недостаточной насыщенности кальцем (при наличии большого количества полуторных окислов); здесь преобладает подзолистый процесс почвообразования, почвы содержат 5—15 мг-экв поглощенных оснований.

Сумма поглощенных оснований зависит от типа почв, их механического состава, обеспеченности органическим веществом, свойств почвообразующих пород, степени выщелоченности почв. Названная зависимость существенно усиливается в широтном направлении. У аналогичных в генетическом отношении и по механическому составу почв при продвижении с запада и северо-запада на восток и юго-восток сумма поглощенных оснований существенно возрастает, перекрывая в некоторых случаях генетические особенности почв и их градации по механическому составу.

Несмотря на это, для почв Украины можно отметить некоторые общие количественные зависимости показателей суммы поглощенных оснований от типа почв и их механического состава. При переходе от дерново-подзолистых почв к серым и светло-серым лесным почвам разница в сумме поглощенных оснований составляет около 10 мг-экв; от последних к слабоподзоленным лесостепным (темно-серые; черноземы оподзоленные) — 7,8; при переходе к черноземам мощным она также возрастает на 7,8, к обыкновенным — на 9—10 мг-экв. У черноземов южных по сравнению с черноземами обыкновенными сумма поглощенных оснований снижается на 2—4 мг-экв, у темно-каштановых, каштановых солонцеватых она ниже, чем у предыдущих, на 8—9 мг-экв. По мере утяжеления механического состава от песчаных, глинисто-песчаных к супесчаным разница в сумме поглощенных оснований составляет всего 2,5—3,0 мг-экв. Дальнейшее утяжеление механического состава на каждую градацию обуславливает последовательное повышение суммы поглощенных оснований на 5—6 мг-экв.

Теснота связей суммы поглощенных оснований с урожайностью сельскохозяйственных культур находится в прямой зависимости от степени увлажненности территорий. В районах Полесья коэффициент корреляции между урожайностью зерновых культур и суммой поглощенных оснований доходит до 0,77—0,95, в лесостепи западной он составляет 0,77, правобережной — 0,54, левобережной — 0,53, степи центральной правобережной — 0,16, левобережной — 0,01.

Зависимости между урожайностью и суммой поглощенных оснований, а также количествами применяемых удобрений не наблюдается.

Подвижный фосфор является одним из главных показателей уровня почвенного плодородия. На Украине в процессе крупномасштабного почвенного обследования подвижный фосфор определялся пятью методами, что составило определенные трудности при обобщении в масштабе республики. Обобщение данных, полученных разными методами, проводилось с учетом придержек обеспеченности фосфором растений, рекомендованных самими авторами методов, и конкретных показателей его содержания в почвах Украины. Все многообразие данных о содержании подвижного фосфора было приведено в единую систему. При этом по каждому методу за базисную принималась средняя обеспеченность растений фосфором, и от

Таблица 1

Классы и группы почв по содержанию подвижных форм фосфора

Классы	Группы на карте	P_2O_5 , мг на 100 г почвы, по методу				
		Кирсанова	Чирикова	Труога	Мачигина	Аррениуса
I	1	>18,1	>12,6	>13,6	>3,7	>36,1
	2	18,0—16,1	12,5—11,1	13,5—12,1	3,6—3,2	36,0—32,1
II	3	16,0—14,1	11,0—9,6	12,0—10,6	3,1—2,8	32,0—28,1
	4	14,0—12,1	9,5—8,1	10,5—9,1	2,7—2,4	28,0—24,1
III	5	12,0—10,1	8,0—6,6	9,0—7,6	2,3—2,0	24,0—20,1
	6	10,0—8,1	6,5—5,1	7,5—6,1	2,1—1,6	20,0—16,1
IV	7	8,0—6,1	5,0—3,6	6,0—4,6	1,5—1,2	16,0—12,1
	8	6,0—4,1	3,5—2,1	4,5—3,1	1,1—0,8	12,0—8,1
V	9	4,0—2,1	2,0—1,1	3,0—1,6	0,7—0,4	8,0—4,1
	10	<2,0	<1,0	<1,5	<0,3	<4,0

нее в равных количественных интервалах выводились повышенная и высокая, а также пониженная и низкая обеспеченности. По степени обеспеченности фосфором почвы были разделены на 10 групп, объединяемых в 5 статистических классов. Нанесение результатов этой группировки на почвенную карту республики позволило построить картограмму содержания подвижного фосфора в почвах Украинской ССР.

Во многих областях республики определение подвижного фосфора в одних и тех же почвах проводилось несколькими методами. Сопоставление относительных величин обеспеченности почв фосфором показывает, что аналогичные почвы в большинстве случаев вполне укладываются в одни и те же выделенные нами группы и классы обеспеченности.

Содержание валового фосфора увеличивается от дерново-подзолистых почв к черноземам. Почти во всех почвах, за исключением дерново-подзолистых и серых лесных оподзоленных, где имеются два максимума, наибольшее количество фосфора содержится в пахотном слое.

Содержание подвижного фосфора в почвах Украины показано на рис. 5 (пояснения см. в табл. 1). Дерново-подзолистые и дерновые в разной степени оглеенные почвы песчаного, глинисто-песчаного и супесчаного механического состава полесских районов УССР и Карпат имеют низкую и ниже средней обеспеченность подвижным фосфором (V, IV классы, группы 7—10). Особенно им бедны почвы Черниговского, Житомирского и Ровенского Полесья. Эти почвы характеризуются легким механическим составом, малым содержанием органического вещества, бедным почвенным поглощающим комплексом, кислой реакцией. Бедны фосфором и их почвообразующие породы. Все это не может способствовать накоплению фосфора в пахотном слое названных почв.

Светло-серые, серые лесные оподзоленные почвы по содержанию фосфора относятся главным образом к IV классу обеспеченности (ниже средней). У темно-серых оподзоленных почв обеспеченность фосфором такая же, как у предыдущих. Черноземы оподзоленные, как правило, имеют повышенную и высокую обеспеченность (II и I классы). Однако у этих же почв, расположенных на отрогах Среднерусской возвышенности, в Ополье, южной и юго-восточной частях Подольской возвышенности, наблюдается среднее содержание подвижного фосфора, а местами — и ниже среднего.

Черноземы мощные малогумусные и слабогумусированные отличаются повышенной и высокой обеспеченностью фосфором. Примерно такую же обеспеченность имеют и черноземы обыкновенные. Черноземы южные по рассматриваемому показателю могут быть отнесены к 4-й группе, II классу; почвы темно-каштановые солонцеватые обеспечены фосфором в пределах

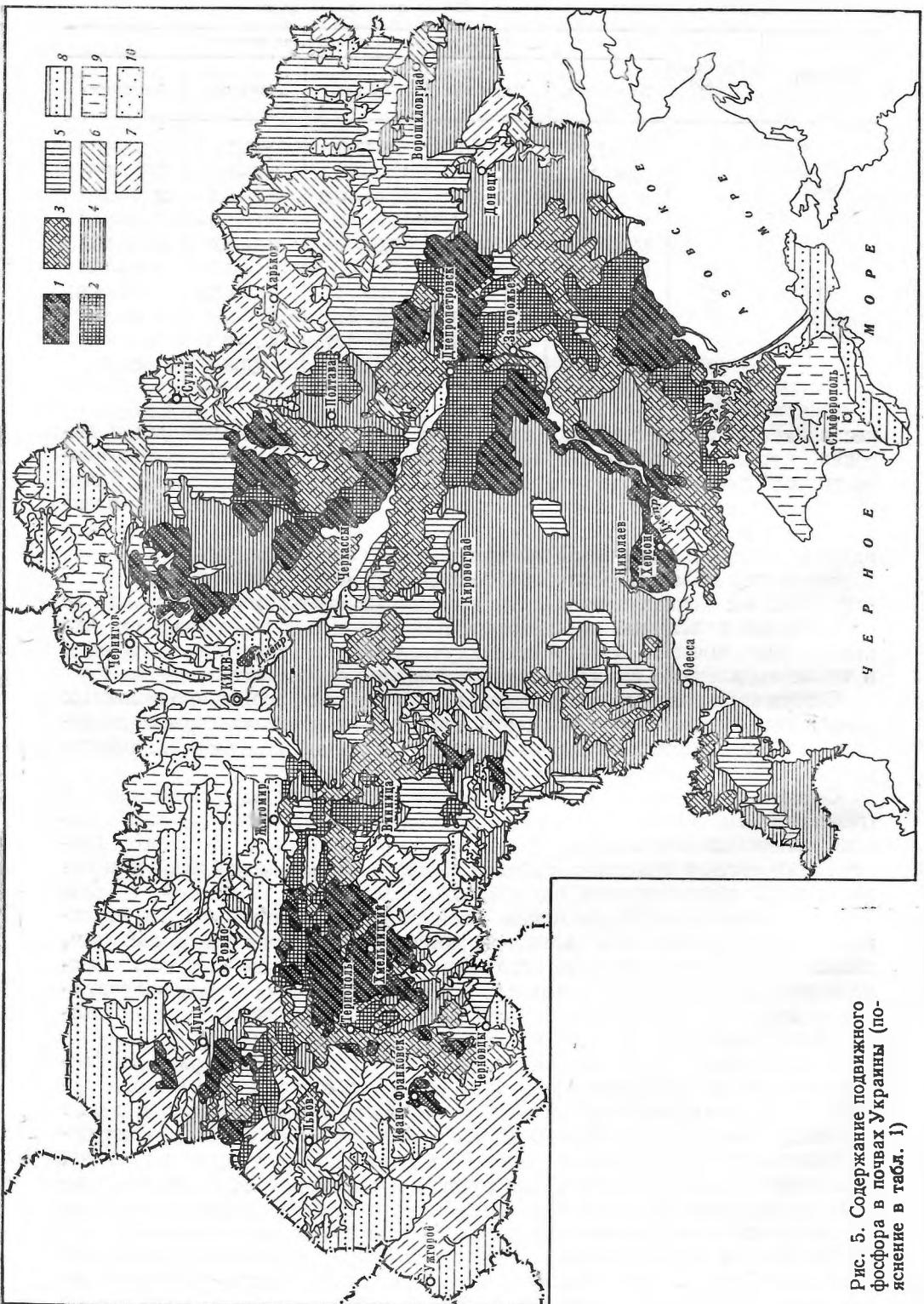


Рис. 5. Содержание подвижного фосфора в почвах Украины (пояснение в табл. 1)

I и II классов. Почвы Прикарпатья, Закарпатья и Степного Крыма по обеспеченности фосфором находятся на ниже среднего и низком уровнях.

У всех слабоэродированных видов почв содержание фосфора снижено на 12—25 %, а у средне- и сильноэродированных — на 28—55 %.

Имеющиеся в литературе сведения об общем более высоком содержании подвижного фосфора у оподзоленных лесостепных почв по сравнению с черноземами мощными в наших исследованиях не подтвердились.

В общем виде на Украине проявляется зависимость обеспеченности почв подвижным фосфором от их генетических особенностей. Она существенно нарушается региональными особенностями почвенного покрова.

На территории Украины можно выделить три интразональных района с распространением почв различного генезиса, имеющих высокое и повышенное содержание подвижного фосфора, и ряд районов с пониженным и низким содержанием. Среди первых следует прежде всего назвать район западной лесостепи, где оподзоленные лесостепные почвы и черноземы мощные преимущественно среднесуглинистые обладают высоким или повышенным содержанием подвижного фосфора (Тернопольская, Хмельницкая области). На северо-западе почвы этого района смыкаются с лесостепными почвами легкосуглинистого механического состава, также с высоким и повышенным содержанием фосфора (Волынская область). Первый район продолжается и на восток.

Хорошо обеспечены подвижным фосфором и почвы правобережной лесостепи легко- и среднесуглинистого механического состава (Винницкая, Черкасская области). Небольшой район повышенного содержания фосфора (4-я группа) представлен черноземами обыкновенными тяжелосуглинистыми и глинистыми Одесской области.

Третий, очень большой район высокого и повышенного содержания фосфора охватывает левобережные и правобережные части лесостепи и степи почти всего украинского Приднепровья (вплоть до Северного Крыма). Здесь развиты черноземно-луговые и слабооподзоленные лесостепные почвы, черноземы мощные, черноземы обыкновенные мощные, черноземы обыкновенные, черноземы южные, темно-каштановые, каштановые солонцеватые почвы. Названные почвы варьируют по механическому составу от легкосуглинистых до глинистых.

К первому ареалу, с низким или пониженным содержанием подвижного фосфора, относятся дерново-подзолистые и дерновые неоглеенные и оглеенные песчаные, глинисто-песчаные и супесчаные почвы Полесья, сформировавшиеся на флювиогляциальных и древнеаллювиальных отложениях.

Второй крупный район почв, примерно с таким же содержанием подвижного фосфора, охватывает Прикарпатье, Горные Карпаты и Закарпатье. Почвы здесь отличаются более тяжелым механическим составом (легко- и среднесуглинистые); это дерново-средне- и сильнооподзолистые поверхности оглеенные, дерновые оподзоленные, буроземные. Им свойственны очень большая гидролитическая кислотность, низкий рН, большое количество подвижного алюминия, малая сумма поглощенных оснований, небольшие запасы гумуса.

Все это способствует связыванию фосфора в трудно доступные для растений полутонкие окислы.

Низкое содержание подвижного фосфора отличает почвы Крымского полуострова, за исключением темно-каштановых и каштановых солонцеватых. Понижено содержание подвижного фосфора у черноземов мощных и слабооподзоленных лесостепных почв, преимущественно тяжелосуглинистых, которые расположены на отрогах Среднерусской возвышенности (Харьковская, Сумская области).

Таким образом, прямой связи между содержанием в почвах подвижного фосфора, с одной стороны, и запасами гумуса, поглотительной способностью, а в ряде случаев и типом почв — с другой, отметить нельзя. Правда, име-

ется зависимость исследуемого показателя от механического состава почв, но она очень часто нарушается региональными особенностями.

По сравнению с другими показателями свойств почв содержание подвижного фосфора является одним из самых варьирующих в широком географическом плане. Это, очевидно, обусловливается характером почвообразующих пород, региональными особенностями почвообразовательных процессов, а также степенью оккультуренности почв. Известно, что при положительных балансах питательных веществ фосфор способен накапливаться в почве в больших количествах.

Исследования показали, что существует определенная корреляционная зависимость между показателями содержания подвижных фосфатов и урожайностью сельскохозяйственных культур. Она проявляется на территориях с узкими географическими границами, при однородных климатических и организационно-хозяйственных условиях, в пределах природно-экономических районов. На почвах левобережной лесостепи коэффициент корреляции составляет: для зерновых культур +0,68; озимой пшеницы +0,69; кукурузы +0,78; подсолнечника +0,66; сахарной свеклы +0,75. На почвах правобережной лесостепи он равен соответственно +0,77; +0,81; +0,86; +0,70; +0,72.

На почвах левобережной и правобережной степи (северной и центральной) корреляционная зависимость такая же или даже более тесная. В левобережном Полесье в условиях пониженных количеств вносимых удобрений теснота связи между показателями урожайности и уровнем обеспеченности подвижным фосфором средняя или высокая. При внесении больших количеств всех видов удобрений и при положительном балансе фосфора корреляционная зависимость слабая в районах правобережного и западного Полесья; в Прикарпатье, Карпатах и Закарпатье она вовсе отсутствует.

Подвижный калий. До недавнего времени изучение калийного режима почв Украины считалось делом второстепенным: господствовало мнение о неистощимом их богатстве калием. Исследованиями А. И. Пятенко, Н. А. Грошева, А. М. Гринченко и др. это мнение было опровергнуто. Оказалось, что на богатых калием почвах при систематическом применении азотных и фосфорных удобрений проявляется его высокая эффективность.

Многочисленными отечественными и зарубежными исследованиями установлено, что содержание подвижных форм калия зависит от механического состава почв (Шнейдевинд, 1933; Маслова и др., 1935), количества илистой фракции (Пчелкин, 1966), минералогического состава почв и наличия в илистой фракции гидрослюд (Седлецкий, 1942; Горбунов, 1963), характера поглощающего комплекса (Антипов-Каратаев с др., 1935; Чириков, 1956), а также от почвообразующих и коренных пород (Дяченко, 1961).

На Украине в процессе крупномасштабного почвенного обследования содержание подвижных форм (обменного и кислорасторимого) калия определялось методами Пейве, Бровкиной, Кирсанова и Протасова. Обобщение данных по всем методам проводилось с учетом придержек обеспеченности калием растений, рекомендованных авторами названных методов. Данные по всем методам были приведены в единую систему. При этом за базисную, как и для подвижного фосфора, принята средняя обеспеченность растений, и от нее в равных количественных интервалах определялись повышенная и высокая, а также пониженная и низкая степени обеспеченности.

Все почвы по содержанию подвижного калия подразделены на 10 групп, объединяемых в 5 статистических классов. Нанесение этих данных на почвенную карту республики позволило составить картограмму содержания подвижных форм калия в почвах Украинской ССР (рис. 6, табл. 2).

Анализ данных, приведенных на картограмме (рис. 6), показывает, что для почв Украины характерно большое варьирование в содержании подвижного калия. При этом следует отметить, что содержание подвижного калия увеличивается с запада и северо-запада на восток и юго-восток, что связано с утяжелением механического состава почв и нарастанием в них в относитель-

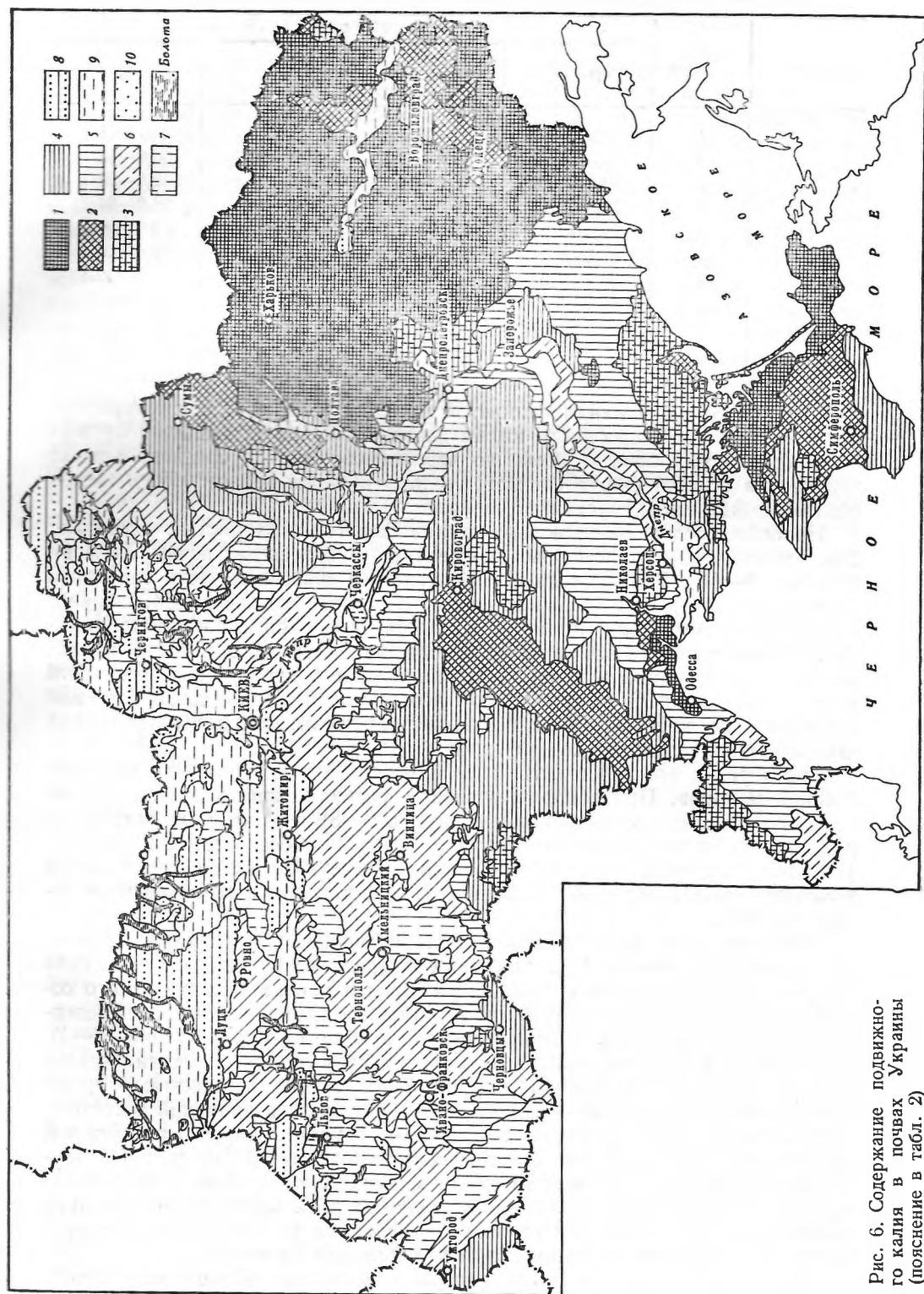


Рис. 6. Содержание подвижного калия в почвах Украины (пояснение в табл. 2)

Таблица 2

Классы и группы почв по содержанию подвижных форм калия

Класс	Группа на карте	K ₂ O, мг на 100 г почвы, по методу			
		Пейве	Бровкиной	Литтла	Протасова
I	1	>13,6	>18,1	>22,6	>36,1
	2	13,5—12,1	18,0—16,1	22,5—20,1	36,0—32,1
II	3	12,0—10,6	16,0—14,1	20,0—17,6	32,0—28,1
	4	10,5—9,1	14,0—12,1	17,5—15,1	28,0—24,1
III	5	9,0—7,6	12,0—10,1	15,0—12,0	24,0—20,1
	6	7,5—6,1	10,0—8,1	12,5—10,1	20,0—16,1
IV	7	6,0—4,6	8,0—6,1	10,0—7,6	16,0—12,1
	8	4,5—3,1	6,0—4,1	7,5—5,1	12,0—8,1
V	9	3,0—1,6	4,0—2,1	5,0—2,6	8,0—4,1
	10	<2,0	<2,0	<2,5	<4,1

ных величинах содержания глинистой фракции и минерала монтмориллонита. Количество подвижного калия последовательно повышается от дерново-подзолистых почв Полесья до черноземов мощных среднегумусных, черноземов обыкновенных среднегумусных, а затем падает у черноземов обыкновенных малогумусных и черноземов южных.

Наиболее бедны подвижным калием дерново-подзолистые песчаные, глинисто-песчаные, супесчаные неоглеенные и оглеенные почвы Полесья (группы 9—10). Только в Малом Полесье и в восточной части западного Полесья его содержание повышается до 8-й группы. Это, очевидно, связано с большим количеством применяемых здесь удобрений, в частности калийных. Супесчаные почвы в общем содержат несколько больше калия, чем песчаные и глинисто-песчаные. Проявляется повышенная обеспеченность калием оглеенных почв по сравнению с неоглеенными. На лесовых островах Полесья в светло-серых, серых и темно-серых лесных оподзоленных почвах его содержание доходит до 7-й группы.

Свообразна обеспеченность калием перегнойно-карбонатных почв лесских районов. При общем улучшении физико-химических свойств они оказываются очень бедными калием (группы 9—8). Однако у них четко прослеживается влияние механического состава на обеспеченность калием. В общем на почвах Полесья содержание подвижного калия определяется почвообразующей породой и механическим составом и в меньшей мере генезисом почв.

Обеспеченность калием почв лесостепи может быть охарактеризована как средняя и высокая. У светло-серых и серых лесных оподзоленных почв на фоне однородных почвообразующих пород изменение механического состава от легко- до тяжелосуглинистых сопровождается увеличением содержания подвижных форм калия от пониженного до высокого (группы 7—1). Темно-серые лесные оподзоленные почвы легкосуглинистого механического состава находятся в пределах групп 7—6, среднесуглинистые — групп 6—4, тяжелосуглинистые — групп 4—1. Последние в западной лесостепи (Черновицкая область) беднее калием (4-я группа), чем в левобережной (Харьковская область), где его содержание доходит до 1-й группы. Черноземы оподзоленные в зависимости от механического состава и почвосбраживающих пород содержат примерно столько же подвижного калия, сколько вышеизванные почвы. Здесь также проявляются региональные особенности, т. е. нарастание количества калия с запада на восток.

Черноземы мощные в общем содержат несколько больше подвижного калия, чем лесостепные оподзоленные почвы. Для легкосуглинистых разновидностей характерна средняя обеспеченность — группы 6—5, для сред-

несуглинистых — группы 5—4, для тяжелосуглинистых и глинистых — группы 4—1. Здесь наряду со свойствами почвообразующих пород и механического состава на содержании калия оказывается и степень выщелоченности почв, которая больше на западе и меньше на востоке. Степень солонцеватости существенно не влияет на содержание калия.

В общем для почв лесостепи характерна зависимость содержания калия от свойств почвообразующих пород, механического состава, наличия илистых фракций, емкости поглощения. У почв лесостепи в содержании калия очень четко проявляются как широтные, так и меридиональные зависимости. Несравненно в меньшей степени на содержание калия влияет генезис почв. В Полесье и лесостепи содержание подвижного калия тесно коррелирует с суммой поглощенных оснований, при r , равном +0,80; +0,91. У почв степной зоны теснота связи между этими показателями слабая. Черноземы обыкновенные мощные мало- и среднегумусные тяжелосуглинистые и глинистые содержат много калия в Харьковской, Днепропетровской и Одесской областях. В Заднестровье (черноземы обыкновенные мощные мицелярно-карбонатные) и при приближении к долине Днепра (Кировоградская область) содержание калия снижается до 3—4-й групп. У черноземов обыкновенных среднегумусных тяжелосуглинистых и глинистых наблюдается в общем выравненное содержание калия, за исключением приднепровских районов (Кировоградская область); в левобережной степи его обеспеченность достигает 1-й группы, а черноземы обыкновенные малогумусные в большинстве случаев относятся к повышенно обеспеченным калием (группы 3—4). В Заднестровье и на Приазовской возвышенности черноземы несколько беднее подвижным калием. Черноземы южные средне обеспечены калием (5-я группа), исключение составляют южные черноземы крымской степи (2-я группа) и правобережной степи, в пределах Тилигуло-Бугского района (4-я группа).

Нарастание степени солонцеватости у черноземов южных, а также у всех темно-каштановых, каштановых почв степи сопровождается существенным повышением обеспеченности калием. Это, очевидно, связано с высоким содержанием в названных почвах гидрослюд (Федоровский, Кашина, 1965), а также с их периодическим пересыханием, способствующим высвобождению калия (Сірий, Набіль Алі Баюні, 1970). В условиях степи на содержание подвижного калия доминирующее влияние оказывают механический состав почв, почвообразующие породы и в отличие от почв других природных зон генезис почв.

Почвы Карпат, Предкарпатья и Закарпатья средне и мало обеспечены калием; черноземные почвы Донецкого Кряжа по содержанию калия можно поставить в следующий нарастающий ряд: на элювии мело-мергелей, на элювии песчаников, на элювии глинистых сланцев, на лёссовидных породах.

Степень эродированности почв всей территории Украины на содержании подвижного калия оказывается значительно слабее, чем на других питательных элементах.

В масштабе республики география подвижного калия определяется географией содержания в почвах илистых фракций. При этом ареалы повышенного и высокого содержания калия приурочены к почвам, содержащим 31—55 % илистых фракций, достигая наибольших величин (18—25 % K_2O) в задонецкой степи и в Крыму, где почвы содержат 40—55 % илистых фракций.

Ареалы калийного голодаания растений и высокой эффективности калийных удобрений приурочены к почвам, содержащим до 70—80 % песчаных и крупнопылеватых фракций и 2—19 % илистых фракций, они охватывают всю зону Полесья, Приднепровскую низменность и Киевское плато, Закарпатье, Карпаты, Предкарпатье и почти всю территорию западной лесостепи.

Методами корреляционного анализа установлена тесная связь содержания подвижного калия и урожаев сельскохозяйственных культур. Коэф-

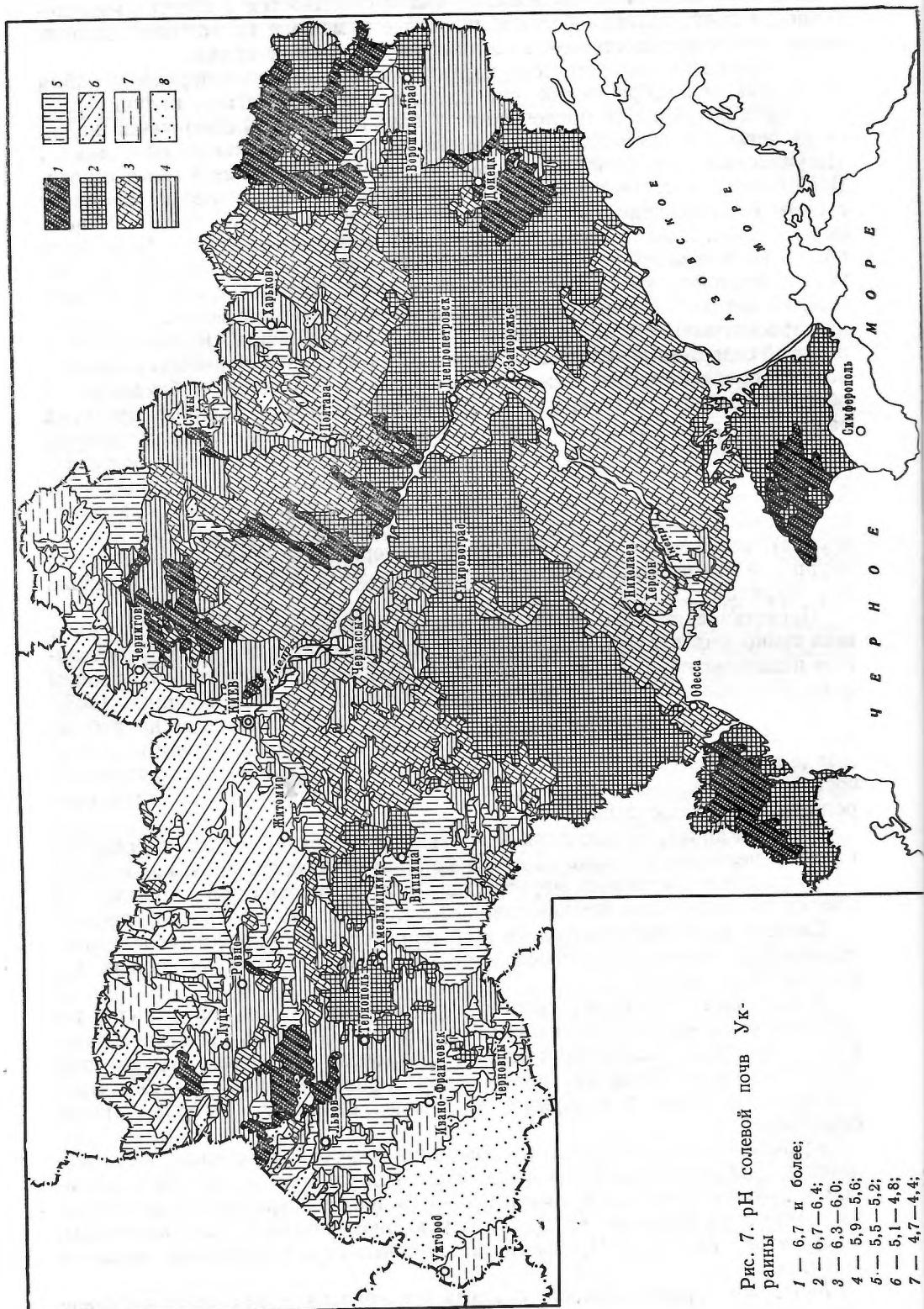


Рис. 7. pH солевой почв Ук-
раины

фициент корреляции между урожаями зерновых культур и калием почв Полесья составил +0,85, +0,96; озимой ржи — +0,85, +0,91, сахарной свеклы — +0,38 (левобережье) и +0,86 (правобережье). В почвах степи эта связь слабая.

pH солевой вытяжки (рис. 7) в значительной степени колеблется по районам, выделенным при физико-географическом (1968) и агропочвенном (1969) районировании. Следует отметить, что эти данные имеют весьма ограниченные значения для центральной и южной степи, Северного Крыма, а также Донбасса, относимого к особой подзоне центральной степи.

Закарпатская низменность и Предкарпатье характеризуются примерно одинаковыми и наиболее низкими значениями pH (если не считать Карпат) — в пределах 4,4—4,7. Такие уровни pH встречаются еще лишь на наиболее выщелоченных массивах Полесья. Низкий pH солевой сочетается с чрезвычайно большой насыщенностью подвижным алюминием, с высокими показателями гидролитической кислотности, что обусловлено своеобразной литологией местных почвообразующих пород.

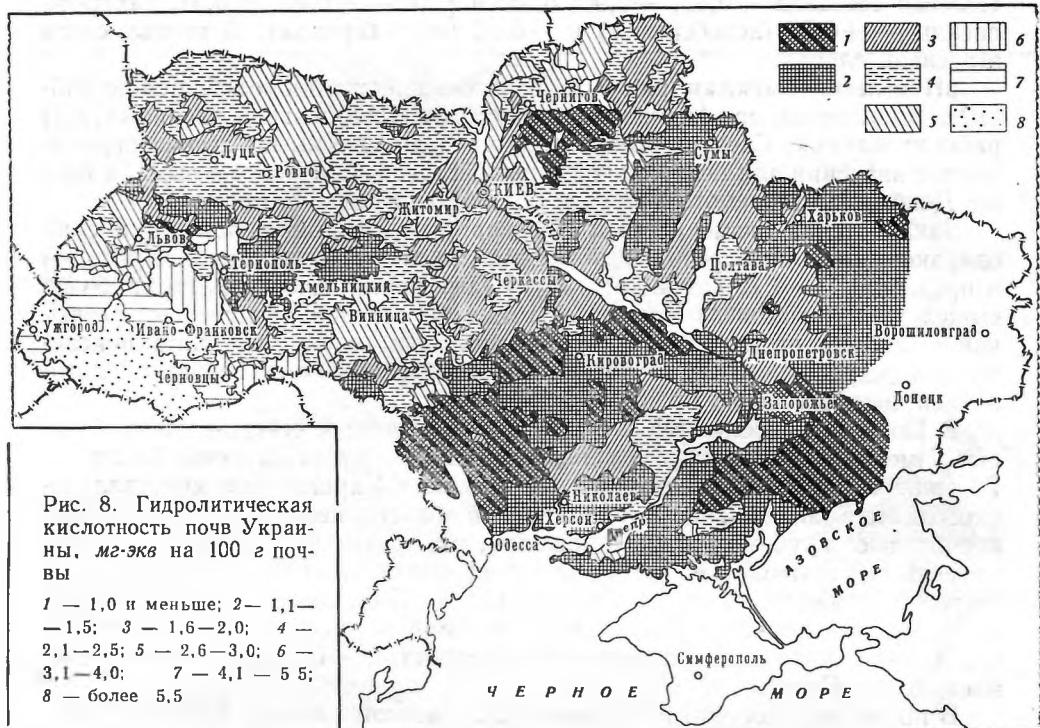
В Полесье наиболее кислые почвы приурочены к северо-восточной части. Имеются они также и в западном Полесье, на междуречье Стоход — Горынь на песчаных отложениях. В пределах Украинского кристаллического щита в западной части Житомирской области, несмотря на то что здесь преобладают грубозернистые отложения, pH составляет 5,2—5,5, т. е. его уровень здесь такой же, как и на серых лесостепных почвах Винницкого острова. В районе залегания лёссовых пород pH смещается до значений выше 6,0. В той же части Киевского и Житомирского Полесья, где влияние кристаллического щита угасает, pH составляет 4,8—5,1. Это массив занимает центр Полесья.

В пределах лесостепи по уровню pH выделяются четыре региона: 1) западный, относящийся к западной лесостепи, с большой гаммой значений pH; 2) Винницкий остров со значениями pH 5,2—5,5; 3) правобережная повышенная лесостепь, в пределах которой, вопреки пестроте почвенного покрова, pH остается в пределах 6,0—6,3, а также район древних речных террас Днепра с pH более 6,0; 4) склоны Среднерусской возвышенности, отличающиеся сравнительно выщелоченными почвами с pH 5,6—5,9.

Таким образом, для черноземных почв уровень pH составляет 6,0—6,3, для лесостепных почв, находящихся в условиях умеренного элювиального процесса, он равен 5,6—5,9, для почв западной лесостепи и Винницкого острова — 5,2—5,5, для почв окаринающих и солонцеватых (т. е. для почв с переменным элювиально-эксудативным режимом) pH солевой везде имеет значение 6,6 и больше.

Гидролитическая кислотность и степень ненасыщенности основаниями также подчинены отмеченному для pH, но менее четко выраженному региональному характеру (рис. 8). У бурых горно-лесных и дерново-буровоземных почв Карпат, имеющих pH < 4,3 и высокое содержание подвижного алюминия (9—24 мг на 100 г), гидролитическая кислотность составляет 4—11 мг-экв на 100 г почвы, а степень ненасыщенности основаниями — 30—60 %. В районах высокогорных Карпат эти показатели приближаются к максимальным (в указанных пределах) значениям, а в Закарпатье и Предкарпатье — к минимальным. В зоне Полесья у дерново-подзолистых почв легкого механического состава гидролитическая кислотность равна в основном 2—3 мг-экв, а степень ненасыщенности основаниями — 35—60 %.

У оподзоленных лесостепных (неэродированных, неоглеенных) почв гидролитическая кислотность составляет 1,9—4,8 мг-экв, достигая максимальных значений в Приднестровье, затем следуют Винницкий остров серых лесных оподзоленных почв (1,6—3,0 мг-экв), Луцко-Ровенский массив оподзоленных лесостепных почв и черноземы древних террас Днепра (2,1—2,5 мг-экв). Винницкий остров огибается кольцом почв с более высокими значениями pH (5,6—5,9) и гидролитической кислотности (2,1—2,5 мг-экв



на 100 г). Эти почвы сменяются разомкнутым массивом черноземов с гидролитической кислотностью, равной 1,1—2,0 мг-экв.

Степень ненасыщенности основаниями оподзоленных лесостепных почв составляет 5—30 %, уменьшаясь от светло-серых почв к черноземам оподзоленным. У почв одного и того же вида этот показатель увеличивается в связи с усилением степени оподзоленности и оглеенности.

Сельскохозяйственная обработка почвы и внесение минеральных удобрений обуславливают появление тенденции к подкислению. Опыт земледелия Западной Европы показывает, что подкисление почв пахотных угодий вызывается потерей примерно 400—700 кг/га СаО в год. По расчетным данным, в условиях Украинского Полесья вынос растениями СаО с 1 га пашни составил за 1969—1970 гг. в среднем 35—40 кг. Если же учесть и ежегодные потери его на вымывание атмосферными осадками, составляющие 400 кг/га, то в целом потери СаО достигают 400—450 кг/га. Эти потери лишь до некоторой степени компенсируются путем внесения кальцийсодержащих веществ. В настоящее время назревает необходимость изучить реакции всего корнеобитаемого слоя почвы, а также разработать методы, позволяющие контролировать баланс кальция в почве.

ЛИТЕРАТУРА

- Агрогрунтове районування Української РСР. — Зб. «Агрохімія і ґрунтознавство», вип. 12. Київ, «Урожай», 1969.
- Антипов-Каратасев И. Н., Клин Ю. Н., Красинов К. Н. К методике исследования подвижных форм калия в подзолистых, каштановых и черноземных почвах. — В кн. «Химические методы определения потребности почв в минеральных удобрениях». М.-Л., 1935.
- Биленко Д. А. К изучению генетических почвообразующих пород УССР. — Труды Киевского СХИ, т. 4. Киев — Харьков, Сельхозгиз, 1947.
- Булавин П. Б. О приазовских лёссовидных отложениях. — Почвоведение, 1966, № 1.
- Войкин Л. М. Формы фосфатов, поглощения и превращения фосфорных удобрений в почвах Татарской АССР. Автореф. канд. дисс. Казань, 1959.

- Годлин М. М.* О механическом и агрегатном составе почв. М., Госсельхозидат, 1958.
Горбунов Н. И. Высокодисперсные минералы и методы их изучения. М., Изд-во АН СССР, 1963.
- Грошев Н. А.* Калийный режим черноземных почв в свекловичных севооборотах. — Вестн. с.-х. науки, 1960, № 12.
- Дзядевич Г. С.* Поглощение фосфора минералами. — Тезисы докладов на III Всесоюзном делегатском съезде почвоведов. Тарту, 1966.
- Дяченко М. Г.* К минералогии четвертичных отложений Украинской ССР. — «Четвертичный период», вып. 13, 14, 15. Киев, 1961.
- Заморин П. К.* Четвертинні відклади Української РСР. Вид-во Київськ. ун-ту, 1961.
- Зайцев Б. Д.* Опыт использования зависимости между содержаниями обменного калия и кальция, подвижного фосфора и общего азота в перегнойно-подзолистых горизонтах лесных почв. — Почвоведение, 1959, № 3.
- Крупский Н. К., Деревянко Р. Г.* Гумус і врожай сільськогосподарських культур на високих агрофонах.— Зб. «Агротехніка і грунтознавство», вип. 8. Київ, «Урожай», 1969.
- Крупский М. К., Кузьмичов В. П., Деревянко Р. Г., Ключник Н. М.* Увібрани основи в грунтах України врожай сільськогосподарських культур.— Зб. «Агротехніка і грунтознавство», вип. 14. Київ, «Урожай», 1970.
- Кузьмичов В. П., Деревянко Р. Г., Ключник Н. М.* Вміст гумусу в грунтах України і використання цього показника для бонітування.— Зб. Агротехніка і грунтознавство, вип. 15. Київ, «Урожай», 1970.
- Кулаковская Т. Н.* Агротехнические свойства почв и их значение в использовании удобрений. Минск, «Урожай», 1965.
- Маслова А. Л., Столярова А. А., Уварова А. В.* Механический состав и подвижный калий в почве. — В сб. «Химия почв». Труды ВАСХНИЛ и ВИУА, вып. 14, Л., 1935.
- Панасюк В. У.* Почвенный калий и калийные удобрения. М., 1966.
- Рассел Э.* Почвенные условия и рост растений. М., ИЛ, 1955.
- Седлецкий И. Д.* Коллоидно-дисперсные минералы главнейших типов почв. — Почвоведение, 1942, № 3—4.
- Сирий Е. І., Набіль Алі Баюні.* Вплив періодичності висушування і зволоження ґрунтів на рухомість калю.— Зб. «Агротехніка і грунтознавство», вип. 13. Київ, «Урожай», 1970.
- Федоровский В. А., Кашина Н. П.* Обменный калий в почвах сухих степей и методы его определения. — Агротехніка, 1965, № 2.
- Физико-географическое районирование Украинской ССР.* Изд-во Киевск. ун-та, 1968.
- Хейфиц Д. И.* Запасы фосфора в почве Советского Союза. — Труды Почв. ин-та им. В. В. Докучаева, т. 33, 1950.
- Чириков Ф. В.* Агротехніка калію и фосфора. М., 1956.
- Шнейдерин В.* Питание сельскохозяйственных растений. М., 1933.

АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ УКРАИНЫ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ УДОБРЕНИЙ

СОДЕРЖАНИЕ И ФОРМЫ ГУМУСА И АЗОТА В ПОЧВАХ

Наукой и практикой уже давно доказана большая роль органических веществ в процессе почвообразования. Наличие органического вещества является характерной особенностью почв. Ему принадлежит главная роль в создании оптимального для растений водно-воздушного режима. Гумус является запасным фондом питательных веществ. Около 97—99 % почвенного азота находится в органической форме. С гумусом связаны также в значительной мере такие элементы питания растений, как кальций, калий, сера, фосфор и др.

Таблица 1

Содержание гумуса в почвах Украины, %

Почва	Глубина отбора образца, см							
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	100—120	120—140	140—160
Дерново-подзолистая супесчаная. Житомирская оп. станция	0,86	0,33	0,07	—	—	—	—	—
Темно-серая оподзоленная. Глухов, ВНИИЛК	1,45	1,73	1,55	0,57	—	—	—	—
Темно-серая оподзоленная. Черниговская оп. станция	2,06	0,86	0,36	0,27	—	—	—	—
Темно-серая оподзоленная. Харьковская обл., Нововодолажский р-н	3,67	2,76	2,08	1,92	1,77	0,80	—	—
Чернозем мощный. Мироновская оп. станция. Киевская обл.	4,01	3,56	2,84	2,12	1,70	1,28	0,97	0,85
Чернозем мощный. Харьковская обл., Валковский р-н	3,20	3,24	2,54	1,80	1,12	1,05	0,97	0,62
Чернозем мощный слабосмытый. Харьковская обл., Валковский р-н	2,74	2,01	1,51	1,08	0,73	0,67	0,56	—
Чернозем мощный среднесмытый. Харьковская обл., Валковский р-н	2,57	1,62	1,06	1,14	0,82	0,61	0,50	—
Чернозем мощный. Граковское поле, Харьковская обл.	5,6	5,5	4,6	3,9	2,9	1,9	1,1	—
Чернозем мощный. Жеребковская оп. станция. Одесская обл.	5,50	4,92	4,20	2,74	2,18	1,70	1,31	—
Чернозем обыкновенный. Донецкая оп. станция Артемовский стационар	6,75	5,79	5,06	3,01	1,59	—	—	—
Чернозем обыкновенный. Эрастовская оп. станция. Днепропетровская обл.	4,47	3,81	1,34	0,74	0,43	0,22	0,15	—
Чернозем южный. Херсонский СХИ	3,19	2,99	2,31	1,71	1,11	0,91	0,68	0,69
Темно-каштановая. «Аскания Нова», Херсонская обл.	2,99	2,32	1,01	0,75	0,62	0,50	—	—

Таблица 2

Содержание гумуса и его состав на различно удобренных фонах

Зона	Почва	Фон	Гумус, %	$C_{ГК}$	$C_{ФК}$	$\frac{C_{ГК}}{C_{ФК}}$
				% от общего C		
Полесье	Дерново-среднеоподзоленная супесчаная. Коростенъ, Житомирская оп. станция	Без удобрения $N_{380}P_{240}K_{1440}$ Компост 80 т + + $N_{335}P_{210}K_{240}$	0,86	12,6	25,2	0,5
			0,83	16,0	32,7	0,5
			1,12	16,6	37,5	0,4
Лесостепь	Темно-серая оподзоленная на лессах. Глухов, Сумской обл. ВНИИЛК	Без удобрения Навоз 2200 т $N_{11000}P_{5500}K_{13200}$	3,80	0,96	0,61	1,6
			4,80	1,21	0,69	1,8
	Чернозем мощный среднегумусный. Гравковское оп. поле, Харьковской обл.	Без удобрения $N_{645}P_{750}K_{645}$	5,58 5,90	38,3 32,4	18,0 22,2	2,1 1,4
	Чернозем мощный среднесуглинистый. Мироновская оп. станция	Без удобрения Навоз 190 т $N_{1000}P_{1140}K_{1105}$	4,18 4,23 4,51	— — —	— — —	— — —
Степь	Чернозем обыкновенный. Донецкая обл., оп. станция	Без удобрения Навоз 40 т + $N_{120}P_{240}K_{175}$	6,76 6,27	28,1 30,2	8,6 8,1	3,4 3,7

Содержание гумуса в почвах зависит от генетических особенностей (табл. 1) и уровня окультуренности (табл. 2). В одних и тех же видах почв содержание гумуса значительно колеблется. Например, в темно-серых лесных почвах в слое 0—20 см оно изменяется от 1,45% в почвах опытного поля ВНИИЛК (Сумская область) до 3,67% в Ново-Водолажском районе Харьковской области. У черноземов мощных содержание гумуса в пахотном слое составляет 3,2—5,6%. Значительные колебания отмечаются также у черноземов обыкновенных и других почв.

Однако существуют закономерности изменения содержания гумуса как в пахотном слое, так и по профилю почв. Наиболее низкие содержание и запасы гумуса в дерново-подзолистых почвах.

Запасы гумуса в этих почвах колеблются от 52—66 т/га в супесчаных разностях до 105—150 т/га в суглинистых (Шконде и Королева, 1967). В черноземах мощных гумусовый горизонт достигает 140—160 см, а запасы составляют 360—670 т/га.

Содержание и состав гумуса изменяются не только в разрезе почвенно-климатических зон, но и в значительной мере под влиянием культуры земледелия, и в первую очередь под влиянием удобрений (табл. 2).

При длительном систематическом внесении навоза в почве повышается содержание гумуса и изменяется его состав: значительно увеличивается количество гуминовых кислот и отношение углерода гуминовых кислот к углероду фульвокислот. Гуминовые кислоты склеивают микроагрегаты почвы в макроагрегаты и тем самым улучшают физические свойства почвы. Повышение содержания гуминовых кислот в почвах — признак их окультуренности.

Длительное внесение минеральных удобрений не изменяет содержания гумуса в почве, а применение физиологически кислых форм ухудшает физи-

Таблица 3

Влияние навоза и минеральных удобрений на содержание гумуса и азота на темно-серой слабооподзоленной почве ВНИИЛК (в слое 0—25 см)

Вариант опыта	Гумус, %	Азот мг/100 г почвы	Gумус, %	* Азот
			% от неудобренного варианта	
Без удобрения	3,84	66,3	100	100
Навоз 1200 т/га	4,97	90,0	130	136
N-6000, P-2860, K-7200 кг/га	3,70	57,1	94	86

ческие свойства почв. Так, по данным дования Ю. К. Кудзина и И. В. Ярошевича (1969), в многолетних стационарных опытах с удобрениями Мироновской сельскохозяйственной опытной станции при внесении минеральных удобрений в почве уменьшилось содержание поглощенного кальция, увеличилась актуальная и гидролитическая кислотность и уменьшилась капиллярная влагоемкость. В этих же опытах внесение навоза способствовало повышению содержания гумуса в почве, уменьшило кислотность, увеличило содержание водопрочных агрегатов, улучшило аэрацию почвы, повысило влагоемкость.

Систематическое внесение навоза в сочетании с минеральными удобрениями повышает плодородие почв и обеспечивает максимальный выход сельскохозяйственной продукции. Таким образом, наиболее правильной системой удобрения сельскохозяйственных культур на современном этапе является сочетание органических и минеральных удобрений.

С содержанием гумуса тесно коррелируют валовые запасы азота в почвах (таблицы 3 и 4). Запасы азота в мощном черноземе почти в 4 раза больше, чем в дерново-подзолистой почве, и намного выше, чем в темно-серой лесной. Соотношение форм азота (табл. 5) в различных почвах мало различается, и запасы всех форм азота по типам почв изменяются в такой же последовательности, как и валовое количество. Не случайно поэтому больше всего на азотные удобрения отзываются растения на дерново-подзолистых почвах и меньше — на черноземах.

При внесении навоза валовое содержание азота значительно возрастает, но относительное содержание минерального азота снижается (табл. 6). Азот навоза остается в основном в трудногидролизуемой и негидролизуемой формах. Внесение больших доз минеральных удобрений оказывает незначительное влияние на запасы почвенного азота и его формы. Увеличение минеральной формы азота в темно-серой лесной почве происходит, очевидно, за счет не использованного растениями азота, внесенного в год отбора почвенных образцов. Приведенные данные объясняют, почему при окультуривании полей прогрессивно растет отзывчивость растений на азотные удобрения.

Таблица 4

Влияние навоза и минеральных удобрений на содержание гумуса и азота в слабо выщелоченном мощном черноземе (Мироновская опытная станция, Киевской области, Гринченко, Чесняк, Чесняк, 1964)

Компонент почвы	% от веса почвы в слое 0—25 см			% от неудобренного варианта		
	без удобрений	навоз	минеральное удобрение	без удобрений	навоз	минеральное удобрение
Гумус	4,18	4,51	4,23	100	108	101
Азот	0,245	0,261	0,248	100	107	101

Таблица 5

Запасы и формы соединений азота в почвах Украины

Зона	Почва	Азот общий, т/га	Формы азота, %			
			минераль- ный	легкогид- ролизуе- мый	трудно- гидроли- зуемый	негидро- лизуемый
Полесье	Дерново-среднеподзолистая супесчаная. Житомирское Полесье	9,6	8,3	15,5	3,3	72,9
Лесостепь	Темно-серые лесные оподзоленные почвы. Г. глухов Сумской обл.	17,9	5,0	10,0	11,0	74,0
	Чернозем мощный. Харьковская обл.	25,0	6,7	11,7	16,5	65,1

Таблица 6

Влияние удобрений на содержание и формы азота в почвах

Почва	Вариант опыта	Азот общий, т/га	Формы азота, %			
			минераль- ный	легкогид- ролизуе- мый	трудно- гидроли- зуемый	негидро- лизуемый
Темно-серая лесная оподзоленная суглинистая	Без удобрения	17,9	5,0	10,0	11,0	74,0
	Навоз 1200 т/га	28,4	4,2	11,6	16,8	67,6
	N-6000, P-2860, K-7200 кг/га	16,2	9,5	13,6	13,7	63,2
Чернозем мощный слабовыщелоченный легкосуглинистый	Без удобрения	25,0	6,7	11,7	16,5	65,1
	Навоз 870 т/га	32,0	5,5	12,7	12,2	69,6
	N-4490, P-3440, K-3980 кг/га	25,8	5,7	11,2	13,7	69,4

Таблица 7

Содержание и формы азота в черноземе реградированном при внесении повышенных доз удобрений (данные Е. П. Юрко)

Вариант опыта	Глубина образца, см	Валовой азот, %	Подвижный азот, мг на 100 г почвы					Урожай зеленой массы кукурузы, ц/га
			нитратный (без компостирования)	аммиачный	нитратный (после компостирования)	легкогидролизуемый	щелочнорастворимый	
Без удобрения	0—20	0,19	2,15	1,68	5,0	9,3	20,9	343
	30—40	0,18	1,92	1,40	2,3	8,9	17,0	
N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	0—20	0,21	3,20	2,32	4,8	8,4	20,7	416
	30—40	0,21	3,00	2,11	3,8	8,4	18,0	
N ₃₀₀ P ₃₀₀ K ₃₀₀	0—20	0,24	7,68	2,76	11,2	10,2	23,1	454
	30—40	0,22	7,33	2,45	7,4	12,4	19,1	

Разработано много методов анализа почв для прогнозирования действия азотных удобрений на растения. Среди них важное место занимают определения содержания нитратов, аммиачного азота, легкогидролизуемого азота, щелочнорастворимого азота, нитрификационной способности почв.

В последние годы Лабораторией агрохимических свойств почв УНИИПА проводится сопоставление различных методов анализа почв и действия азотных удобрений. Наибольшее различие получено по содержанию нитратов в почве (табл. 7). Но в связи с тем, что количество нитратного азота во всех почвах значительно изменяется в зависимости от агротехнических

приемов и погодных условий года, этот метод может успешно применяться только при сравнительной характеристике различных почв и агрофонов, для почвенных образцов, отобранных в один и тот же срок. Остальные формы азота менее динамичны.

Полученные данные (табл. 7) показывают, что для прогнозирования действия азотных удобрений пригодны все перечисленные выше методы, но среди них лучшим является метод щелочной вытяжки.

Однако, в связи с тем, что при систематическом внесении физиологически кислых удобрений нитрификационная способность почв уменьшается, для прогнозирования действия удобрений лучше сочетать методы кислотного и щелочного гидролиза.

СОДЕРЖАНИЕ, ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ И ПОДВИЖНОСТЬ ФОСФАТОВ В ПОЧВАХ

В почвах имеются различные фосфорсодержащие соединения, соотношение которых зависит от типа почв. На современном уровне знаний мы еще не располагаем методами определения форм фосфатов, но имеются методы определения группового (Чириков, 1956) и фракционного (Чанг и Джексон) состава фосфатов. Эти методы в какой-то мере дают возможность

Таблица 8

Зона	Почва	Общее содержание	Минеральные активные, связанные с			Окклюдируемые и восстановленно-разтворимые	Органические	Нерастворимый остаток
			Al	Fe	Ca			
Полесье	Дерново-подзолистая супесчаная, Житомирская оп. станция	3,8	0,55	1,38	0,0	0,2	0,7	1,3
	Темно-серая лесная оподзоленная, Черниговская оп. станция	14,1	0,79	1,20	3,4	—	—	—
	Темно-серая лесная слабооподзоленная, г. Глухов, ВНИИЛК	18,0	0,80	1,50	2,2	1,8	7,1	4,6
Лесостепь	Темно-серая лесная оподзоленная, колхоз «Родина» Харьковской обл.	17,4	0,97	1,62	4,1	2,2	3,8	6,0
	Чернозем мощный, Мироновская оп. станция	17,9	0,60	0,50	5,1	2,7	3,0	6,0
	Чернозем мощный, Харьковская обл.	20,2	0,20	0,36	4,5	2,1	5,5	7,5
Степь	Чернозем обыкновенный, Донецкая обл.	22,9	0,37	0,32	4,7	2,2	5,7	8,8
	Чернозем обыкновенный, Запорожская обл.	17,8	0,20	0,70	5,5	3,7	2,4	5,3
	Чернозем обыкновенный, Одесская обл.	16,4	0,60	0,20	4,4	2,2	1,8	7,1
	Чернозем южный, Запорожская обл.	18,1	0,60	0,40	5,6	4,2	3,6	3,7
	Темно-каштановая слабосолонцеватая, Запорожская обл.	18,1	0,70	0,10	6,0	2,5	2,8	6,0

Таблица 9

Изменение состава фосфатов в пахотном слое почвы при внесении удобрений

Почва, место взятия образца	Варианты опыта	Фосфаты минеральные, связанные с			Окклюдирующие и восстановляемые	Органические	Нерастворимый остаток
		Al	Fe	Ca			
Дерново-подзолистая, Житомирская оп. станциях	Без удобрения	6,5	5,6	0,0	1,8	15,4	10,3
	Торфо-навозный компост 80 м/га + N ₃₃₅ P ₂₁₀ K ₃₄₀	8,4	7,1	0,0	2,7	21,8	10,3
Чернозем мощный Граковское оп. поле. Харьковской обл.	Без удобрения N ₆₄₅ P ₇₅₀ K ₆₄₅	2,7 4,7	6,2 9,5	33,5 34,5	15,0 13,2	48,6 58,5	54,7 51,4

Таблица 10

Влияние удобрений на содержание в почвах подвижного фосфора и калия

Почва	Вариант опыта	P ₂ O ₅		K ₂ O
		мг/100 г почвы		
Дерново-подзолистая супесчаная, Корostenьское оп. поле	Без удобрений N ₃₈₀ P ₂₄₀ K ₄₄₀	2,1	3,4	
		3,9	5,2	
Темно-серая лесная оподзоленная, Полтавская оп. станция	Без удобрений P ₂₀₀ K ₄₈₀	8,4	16,8	
		10,8	20,8	
Темно-серая лесная оподзоленная, совхоз «Коммунар» Укр. НИИПА	Без удобрений P ₉₀₀ K ₆₀₀	6,3	9,5	
		15,9	—	
Чернозем оподзоленный, там же	Без удобрений N ₆₀₀ P ₆₀₀ K ₆₀₀	2,2	6,0	
		5,0	7,8	
Чернозем реградированный, там же	Без удобрений N ₂₀₀ P ₂₀₀ K ₂₀₀	11,0	8,8	
		13,5	10,6	
Чернозем мощный, Граковское оп. поле	Без удобрений N ₆₀₀ P ₆₀₀ K ₆₀₀	13,2	10,6	
	Без удобрений N ₄₀₅ P ₄₀₅ K ₄₀₅	7,4	15,3	
	N ₆₄₅ P ₇₅₀ K ₆₄₅	9,8	15,8	
	Без удобрений N ₁₂₀ P ₂₄₀ K ₁₇₅	11,7	24,1	
Чернозем обыкновенный, Артемовский стационар	Без удобрений Навоз 40 м + N ₁₂₀ P ₂₄₀ K ₁₇₅	8,7	26,4	
Чернозем обыкновенный, Эрастовская оп. станция	Без удобрений Навоз 40 м + N ₁₉₀ P ₂₄₀ K ₂₁₀	10,9	30,8	
		6,4	25,7	
		10,4	29,6	

определить формы связи фосфатов в почве, что позволяет изучить состояние и направление изменений химических процессов, которые происходят в почвах под влиянием внесения удобрений и других приемов земледелия.

В табл. 8 приведены обобщенные данные, которые дают представление о запасах и формах соединений фосфатов в различных почвах республики. Фракционный состав определялся по методике Чанга — Джексона в модификации Аскинази и др. Эти данные показывают значительное колебание содержания фосфатов в одних и тех же видах почв в разных географических точках. Все же, несмотря на большую пестроту данных, можно констатировать некоторые закономерности в содержании и формах фосфатов.

Валовое содержание фосфатов в метровом слое увеличивается с северо-запада (дерново-подзолистые почвы) на юго-восток (черноземы), несколько снижаясь к югу. Характерно, что содержание фосфатов алюминия и кислых

солей кальция увеличивается в обратном порядке по сравнению с валовым содержанием. В кислых почвах (дерново-подзолистые, темно-серые лесные оподзоленные) находится больше фосфатов железа, чем в других почвах. Содержание фосфатов кальция, наоборот, уменьшается на кислых почвах.

На черноземах, характеризующихся большим общим запасом фосфатов, основное количество их находится в труднодоступных для растений формах (окклюдированные, органические и нерастворимые фосфаты). Этим, очевидно, объясняется большая отзывчивость растений на фосфорные удобрения на невыщелоченных черноземах. В южных черноземах и темно-каштановых почвах увеличивается содержание группы фосфатов алюминия и кислотно-растворимых фосфатов кальция (0,5 н. NH_4F -вытяжка) по сравнению с черноземами мощными и обычными.

Систематическое внесение удобрений увеличивает запасы фосфатов во всех фракциях почвы (табл. 9). Однако больше всего увеличивается содержание фосфатов полуторных окислов и органических фосфатов, при этом уменьшаются группы окклюдированных и восстановлено-растворимых фосфатов, а также фосфатов, входящих в нерастворимый остаток. Таким образом, при внесении удобрений растет количество более доступных фосфатов и питание растений фосфором улучшается.

Определение подвижного фосфора в 0,5 н. уксуснокислой вытяжке по Чирикову и калия в той же вытяжке показало, что систематическое внесение удобрений повышает содержание в почве подвижных форм фосфора и обменного калия (табл. 10). Однако существенное повышение содержания подвижных форм фосфора и калия в почве, когда почва переходит в более высокий класс по содержанию питательных веществ, проявляется только после суммарного внесения удобрений в дозах, не меньших 400—600 кг действующих веществ на 1 га.

ПОДВИЖНЫЕ ФОСФАТЫ

Из данных табл. 11 видно, что значительная часть пахотных земель республики (39% обследованной площади) имеет низкое и очень низкое содержание подвижного фосфора. Особенно бедны фосфором почвы Полесья. Почвы с низким и очень низким содержанием фосфора занимают здесь 59% площади пашни. В степной зоне такие почвы составляют свыше 37%. Лесостепная зона занимает промежуточное положение: почвы с малым содержанием фосфора распространены здесь на 28,5% обследованной площади. Почвы с повышенным и высоким содержанием фосфора занимают соответственно в Полесье 13,8%, лесостепи 23,6% и степи 13,1%.

Существенные различия в распространении почв с низким содержанием подвижного фосфора по зонам республики объясняются характером почвенного покрова и естественным плодородием почв. В Полесье, например, преобладают дерново-подзолистые почвы, которые характеризуются низким и очень низким содержанием подвижного фосфора. Лесостепная зона, где преимущественно распространены оподзоленные почвы и черноземы мощные выщелоченные, отличается от зоны степи и Полесья относительно небольшими площадями почв с низким содержанием подвижного фосфора (рис. 1). Четко выделяется обширная зона повышенной обеспеченности почв P_2O_5 , охватывающая юго-западную часть Черниговской, левобережья Киевской и Черкасской областей, Полтавскую, Днепропетровскую и Запорожскую области. В лесостепи низким содержанием подвижного фосфора характеризуются в основном почвы легкого механического состава (суглинистые и песчаные), а также эродированные почвы (табл. 12).

Однако, как свидетельствуют приведенные данные, обеспеченность почв подвижным фосфором варьирует даже в пределах одной почвенной разности. Так, например, по Харьковской области черноземы типичные несмытые на преобладающей площади (более 86%) характеризуются средним содержанием фосфора, остальная часть площади имеет низкое (6,5%) и повышен-

Таблица 11

Обеспеченность почв УССР подвижным фосфором (по данным зональных агрохимических лабораторий УССР)

Зона	Обследованная площадь, тыс. га	Группировка обследованных площадей почв по содержанию Р ₂ О ₅									
		очень низкое		низкое		среднее		повышенное		высокое	
		га	%	га	%	га	%	га	%	га	%
Полесье	3982,3	811,3	20,4	1538,7	38,6	1083,1	27,2	362,6	9,6	138,9	3,5
Лесостепь	852,1	461,4	5,7	1850,0	22,8	3910,9	47,9	1055,4	12,9	327,1	4,0
Степь	10300,4	637,0	6,2	3234,0	31,4	5069,0	49,3	1138,5	11,0	177,9	1,7
УССР	22434,8	1909,9	8,5	6622,7	29,5	10063,0	44,9	2576,5	11,5	643,9	2,9

Влияние степени эродированности почв на содержание подвижного фосфора (данные Харьковской зональной агрохимлаборатории)

Почва	Обследованная площадь, тыс. га	Группировка обследованных площадей почв по содержанию подвижного фосфора									
		очень низкое		низкое		среднее		повышенное		высокое	
		га	%	га	%	га	%	га	%	га	%
Чернозем мощный среднегумусный	54977,1	84,5	0,2	32995,2	6,0	47 464	86,3	3777	6,9	223	0,4
То же	13 533	20,0	0,2	2 391	17,7	10 117	74,7	867	6,4	98	0,7
То же	647	—	—	185	28,7	455	70,2	7	1,1	—	—
То же	24	—	—	16	66,0	8	34,0	—	—	—	—
Чернозем обыкновенный	160	0,2	4 933	9,0	47 700	86,9	1811	3,3	257	0,5	26
То же	410	1,0	11 622	26,4	30 818	70,2	860	1,9	135	0,3	69
То же	126	3,9	1 971	53,7	1 346	36,7	123	3,5	100	3,2	—
Чернозем супесчаный	13	—	13	100,0	—	—	—	—	—	—	—
Чернозем реградираванный	20 415	24,5	0,2	3 919	19,2	14 056	68,8	2155	10,5	220	1,1
То же	13 104	83	0,6	3 249	24,8	9 052	69,1	489	3,7	178	1,3
То же	2 220	71	3,1	848	38,2	1 183	53,3	85	3,8	—	—
То же	160	—	—	82	51,1	78	47,6	—	—	—	—
Чернозем опоздоленный	13 770	6	0,1	4 061	29,5	8 850	64,3	546	4,0	152	1,1
То же	7 308	224	3,1	3 328	45,5	3 447	47,2	206	2,8	62	0,8
То же	1 646	151	9,2	1 004	61,0	455	27,6	10	0,7	20	1,2
То же	78	43	54,9	35	—	—	—	—	—	—	—

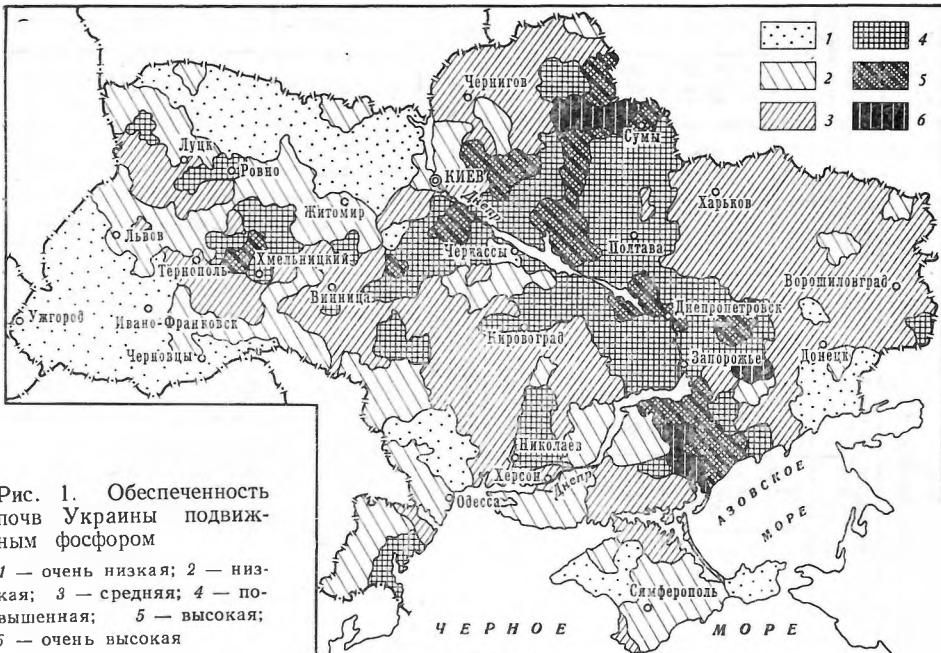


Рис. 1. Обеспеченность почв Украины подвижным фосфором

1 — очень низкая; 2 — низкая; 3 — средняя; 4 — повышенная; 5 — высокая; 6 — очень высокая

ное (7,5 %) содержание. Различия в обеспеченности питательными веществами одного вида почвы в значительной степени объясняются агротехническим уровнем, в частности применением органических и минеральных удобрений.

Наибольшим содержанием подвижного фосфора в лесостепной зоне отличаются крупнопылеватые мощные черноземы, выделенные при агропочвенном районировании УССР в северо-западную подпровинцию левобережной высокой лесостепи. По данным агрохимического обследования, в пахотном горизонте этих почв содержится 10—15 мг P_2O_5 на 100 г почвы.

В почвах юго-восточной части лесостепной зоны, выделенной и в юго-восточную агропочвенную подпровинцию и охватывающей часть Полтавской и Харьковской областей, содержание подвижного фосфора в пахотном слое снижается до 7—8 мг P_2O_5 на 100 г почвы — преобладающая часть их относится к группе со средним содержанием. В правобережной лесостепи повышенным содержанием подвижного фосфора характеризуются мощные черноземы Хмельницкой области, составляющие свыше 90 % обследованной площади. Темно-каштановые почвы и южные черноземы степной зоны, как правило, бедны подвижным фосфором: почвы с низким содержанием фосфора в Крымской области составляют более 65 %, в Херсонской — 46 %, в Николаевской — около 20 %.

Повышенным содержанием подвижного фосфора в степной зоне характеризуются обыкновенные черноземы, выделенные в провинцию северной Левобережно-Днепровской степи, которая занимает южные районы Харьковской, левобережные части Днепровской и Запорожской областей. В этой провинции почвы с повышенным содержанием подвижного фосфора составляют 35—40 % обследованной территории.

КАЛИЙ В ПОЧВАХ

Запасы калия в корнеобитаемом слое велики. Они определяются в основном минералогическим составом почв. В табл. 13 приведены сводные данные по содержанию общего калия в пахотном слое почв и в почвообразующей породе.

Таблица 13

Валовое содержание калия в почвах (по Крупскому, Вешко и Капитульской, 1966)

Почва	Содержание K_2O , %	
	в пахотном слое	в почвообразующей породе
Дерново-подзолистая песчаная. Сумская обл.	0,48	0,24
Дерново-подзолистая супесчаная. Сумская обл.	0,91	0,78
Дерново-среднеподзолистая суглинистая. Сумская обл.	1,78	1,67
Светло-серая лесная супесчаная. Сумская обл.	1,18	0,97
Темно-серая лесная оподзоленная. Сумская обл.	1,64	1,63
Чернозем оподзоленный. Сумская обл.	1,82	1,72
Чернозем мощный. Сумская обл.	1,84	1,69
Чернозем регридиованный. Сумская обл.	1,86	1,88
Чернозем мощный на лёссовидных породах Полтавской обл.	1,76	1,60
Чернозем обыкновенный. Полтавская обл.	1,57	1,48
Чернозем оподзоленный. Полтавская обл.	1,65	1,45
Чернозем обыкновенный на лёссе		
Днепропетровская обл.	1,71	1,69
Чернозем южный. Днепропетровская обл.	1,76	1,60
Чернозем обыкновенный. Донецкая обл.	1,71	1,23

Валовые запасы калия составляют для песчаных разновидностей 55—65 m/ga , для супесчаных — 100—120 m/ga и для суглинистых и глинистых — 180—200 m/ga . Калий в большей мере накапливается в пахотном слое, постепенно снижаясь к почвообразующей породе.

В почве калий находится в следующих видах: а) растворимый в воде (простые соли); б) поглощенный коллоидными частицами (обменный и необменный); в) в кристаллической решетке (калий минералов); г) в органических остатках.

ПОДВИЖНЫЙ КАЛИЙ

Подвижным калием почвы республики обеспечены значительно лучше, чем подвижным фосфором. Общей закономерностью в изменении обеспеченности почв подвижным калием является повышение его содержания в направлении с северо-запада на юго-восток, что соответствует утяжелению механического состава от супесчаных и глинисто-песчаных почв Полесья до средне- и тяжелоглинистых почв юго-восточной степи. Уровень интенсификации земледелия в меньшей степени влияет на содержание в почвах подвижного калия.

Наименее обеспечены калием дерново-подзолистые почвы Полесья: почвы с низким и очень низким содержанием подвижного калия (менее 8 $mg\ K_2O$ на 100 г почвы) занимают здесь в среднем около 65 % площади пашни (табл. 14, рис. 2). Однако, как свидетельствуют обобщенные данные, наименее обеспечены калием почвы, выделенные в провинции западного и правобережного Полесья, в которых площади с низким содержанием калия составляют соответственно 80—90 и 90—95 %. В левобережном Полесье обеспеченность почв калием несколько повышается, однако и здесь площади с низким его содержанием составляют в северной части 65—70 %, а в южной — 50—60 %.

В лесостепной зоне содержание в почвах подвижного калия возрастает: здесь площади с низкой обеспеченностью составляют около 17 %, а с повышенной и высокой — до 30 %.

Наименее обеспечены калием почвы львовских западного, восточного и юго-восточного агропочвенных районов, входящих в западную лесостеп-

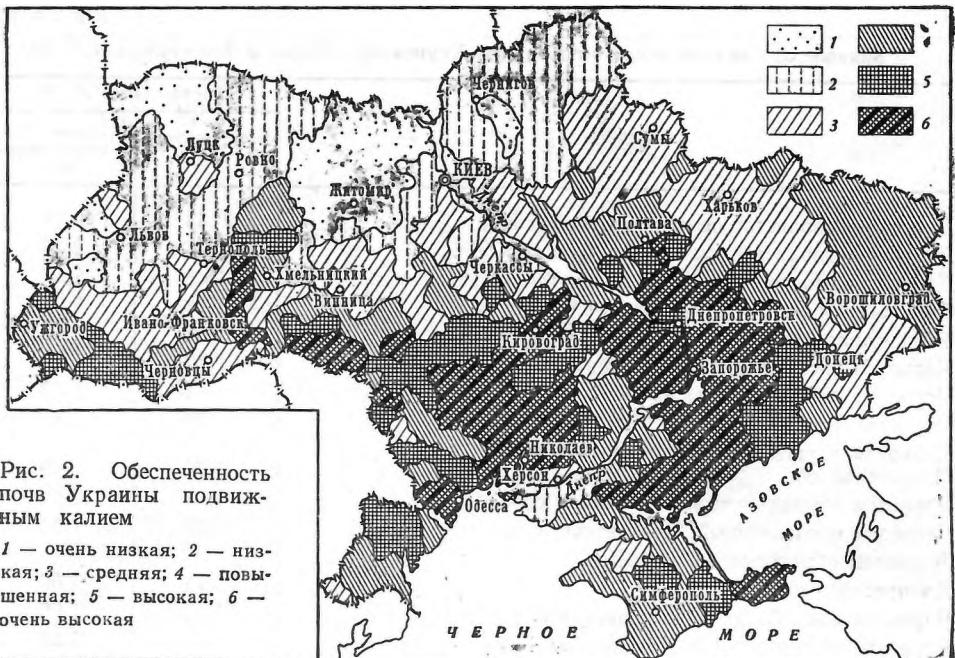


Рис. 2. Обеспеченность почв Украины подвижным калием

1 — очень низкая; 2 — низкая; 3 — средняя; 4 — повышенная; 5 — высокая; 6 — очень высокая

ную прозинцию, в которых площади низко обеспеченных калием почв возрастают до 65—70%. В западной части этой провинции обеспеченность калием повышается.

Провинция правобережной лесостепи в общем характеризуется более высокой обеспеченностью почв калием (за исключением Житомирско-Бердичевского агропочвенного района, где на значительных площадях почвообразующими породами служат водно-ледниковые супесчаные и песчаные отложения). В юго-западной части провинции доля почв с низким содержанием калия уменьшается до 1—5%, а площади с повышенным и высоким содержанием возрастают до 40—50%.

Почвы провинции левобережной низинной лесостепи (особенно в ее северной части, граничащей с Полесьем) отличаются более низким содержанием калия — преобладают почвы со средней обеспеченностью (8—15 мг K_2O на 100 г почвы).

Провинция лесостепи левобережной высокой характеризуется дальнейшим повышением содержания в почвах калия. Почвы с низким его содержанием здесь не превышают 3—10%, а в восточных районах их нет совсем. Площади почв с повышенным и высоким содержанием возрастают до 20—30%, а в восточной части провинции и больше. Понижается содержание калия лишь в районах, расположенных на боровых однолёссовых террасах Северского Донца и Оскола.

Почвы степной зоны Украины отличаются наиболее высокой обеспеченностью калием: почвы с повышенным и высоким содержанием составляют 69% площади, а с низким не превышают 4,7% (в основном почвы легкого механического состава, расположенные на боровых и однолёссовых террасах рек). Вместе с тем на обширной территории этой зоны выделены районы, почвы которых сильно отличаются по содержанию подвижного калия.

Значительным для степной зоны распространением почв с низким содержанием калия, достигающим 10—15%, характеризуются провинции северной, юго-западной и южной придунайской степи. Очень высокой обеспеченностью калием отличаются почвы северной правобережно-днепров-

Таблица 14

Обеспеченность почв УССР подвижным калием (по данным зональных агрохимлабораторий УССР)

Зона	Обследованная площадь, тыс. га	Группировка площадей почв по содержанию K ₂ O											
		очень низкое		низкое		среднее		высокое		очень высокое			
		га	%	га	%	га	%	га	%	га	%		
Полесье	3982,3	571,7	14,3	1934,5	49,1	1135,0	28,6	232,3	5,8	78,3	1,9	10,5	0,3
Лесостепь	8152,1	169,4	2,1	1210,4	14,8	4268,4	52,3	1585,1	19,4	815,3	10,0	103,5	1,4
Степь	10300,4	4,6	0,1	428,9	4,2	2767,2	26,9	2342,2	22,7	3754,0	36,4	1003,5	9,7
УССР	22434,8	745,7	3,4	3593,8	16,0	8170,6	36,4	4159,6	18,6	4647,6	20,7	1117,5	4,9

Таблица 1

Кислотность почв УССР (по данным зональных агрохимических лабораторий УССР)

Природная зона	Обследованная площадь, тыс. га	Группировка площадей почв по кислотности											
		очень сильнокислые		сильнокислые		среднекислые		слабокислые		близкие к нейтральным			
		га	%	га	%	га	%	га	%	га	%		
Полесье	3982,3	—	—	516,6	13,0	635,1	15,9	615,9	15,5	482,5	12,1	1732,2	43,5
Лесостепь	8152,1	45,1	0,6	291,9	3,6	851,8	10,4	1380,5	16,9	1275,1	15,6	4307,7	52,8
Степь	10300,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
УССР	22434,8	45,1	0,2	808,5	3,6	1486,9	6,5	1996,4	8,9	1757,6	7,8	16394,9	73,0

ской степной провинции: площади с повышенным и высоким содержанием калия составляют 90—95 % обследованной территории.

В Приднепровской низменности, входящей в провинцию северной левобережно-днепровской степи, содержание калия в почвах несколько снижается в связи с тем, что почвообразующими породами на террасах Днепра являются среднесуглинистые лёссы. В восточной и юго-восточной частях степной зоны почвы характеризуются в основном повышенным и высоким содержанием калия.

КИСЛОТНОСТЬ ПОЧВ

При крупномасштабном агрохимическом обследовании почв на всей площади дерново-подзолистых и оподзоленных почв зональные агрохимические лаборатории определяли также и кислотность почв (рН солевой). Полученные данные свидетельствуют, что из 22,4 млн. га общей площади обследованных почв выявлено 4,3 млн. га кислых почв, что составляет свыше 19 %, в том числе сильно- и среднекислых (рН солевой менее 5) — 10,3 % (табл. 15).

Распространение кислых почв по почвенно-климатическим зонам очень неравномерно (рис. 3). Особенно по кислотности почв выделяются Закарпатье и Прикарпатье, где площади сильнокислых почв составляют 75—85 %.

В полесской зоне значительным распространением кислых почв, занимающих 60—75 % площади, отличается северная часть западного и правобережного Полесья. В южной части этих провинций, на границе с лесостепной зоной, площади сильно- и среднекислых почв уменьшаются до 35—40 %. Левобережное Полесье также характеризуется значительным распространением кислых почв, особенно в северной части (Средино-Будский и Шосткинский агропочвенные районы), где сильно- и среднекислые почвы занимают свыше 70 % площади. В южной части этой провинции, а также в провинции левобережного низинного Полесья площади кислых почв не превышают 30—40 %.

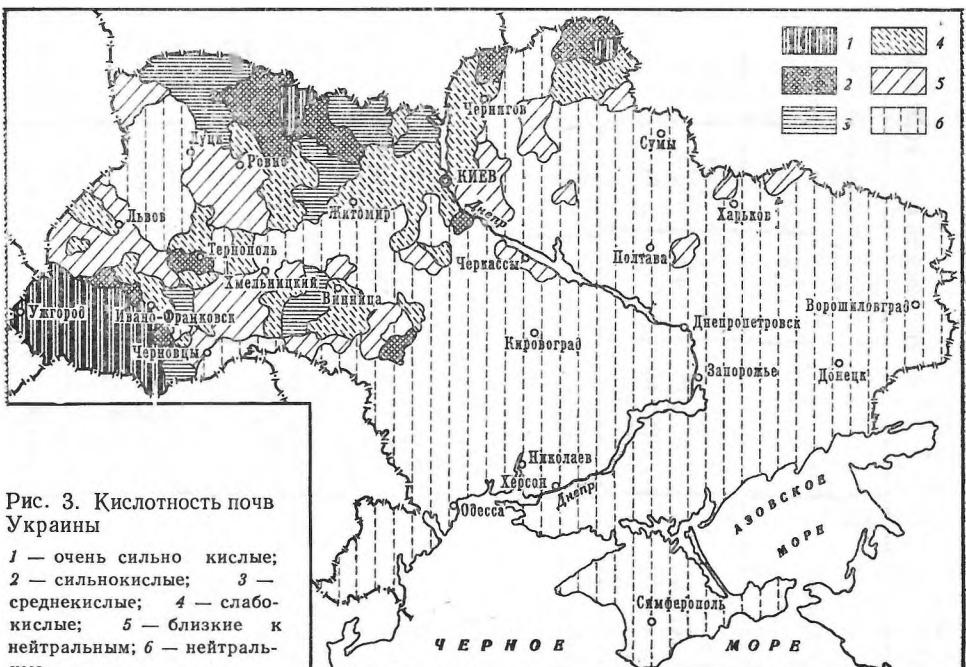


Рис. 3. Кислотность почв Украины

1 — очень сильно кислые;
2 — сильно кислые;
3 — среднекислые;
4 — слабо кислые;
5 — близкие к нейтральным;
6 — нейтральные

В зоне лесостепи распространение кислых почв резко уменьшается и колеблется, в зависимости от агропочвенного района, от 3—5 до 15—20 %. Изменяется характер кислотности — преобладают слабокислые почвы. В данной зоне наблюдается общая закономерность уменьшения кислотности почв в восточном направлении.

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ ПОД ВЛИЯНИЕМ УДОБРЕНИЙ

Характер и темпы накопления отдельных питательных веществ в различных почвах неодинаковые, и их запасы по-разному влияют на действие удобрений. К 1975 г. предусмотрено внести в среднем на каждый гектар пашни $N_{50}P_{35}K_{30}$ в год.

В действующих ныне инструкциях для зональных агрохимических лабораторий предусмотрены поправки для расчета доз в зависимости от содержания питательных веществ в почве. При определении величин этих поправок за основу было взято положение о том, что чем меньше содержится в почве подвижных питательных веществ, тем выше должны быть дозы удобрений. Однако это нельзя считать общепринятым. При одностороннем насыщении почв фосфором или калием в пределах одного подтипа почв наблюдается достоверная прямая корреляция между запасами питательных веществ и степенью подвижности и обратная корреляция между содержанием питательных веществ и эффективностью удобрений (Ляхов, Зенин, 1968; Крупский и др., 1968). В то же время такая корреляция отсутствует при всестороннем окультуривании поля, когда улучшаются условия увлажнения, освещения и обеспеченности всеми питательными веществами.

Внесение удобрений свыше 200 кг/га питательных веществ существенно изменяет содержание подвижных питательных веществ в любой почве. Более значительно возрастает содержание подвижных питательных веществ при внесении той же дозы за короткий срок (2—3 года), чем при систематическом внесении в течение многих лет. Между тем имеются данные (Михайлов, Тетерин, 1970) о том, что однократное внесение удобрений не дает такого положительного эффекта, как при накоплении запасов питательных элементов в почве в течение нескольких лет.

Одноразовое внесение малых доз удобрений (60—90 кг действующих веществ на гектар) практически не изменяет показателей содержания подвижных форм фосфора и калия (Крупский и др., 1968). В то же время систематическое применение умеренных доз минеральных и органических удобрений существенно повышает содержание в почве питательных веществ, особенно фосфора. Об этом убедительно свидетельствуют результаты агрохимического обследования почв свеклосовхозов Харьковского сахсвеклоТреста, применяющих на протяжении последних 10 лет в среднем 2—2,5 ц минеральных и 3—3,5 т органических удобрений на 1 га пашни. Из 74,5 тыс. га, обследованных в свеклосовхозах, более 25 % характеризуется высоким содержанием фосфора и только 5 % — низким. В среднем по Харьковской области, где до 1965 г. вносились 0,5 ц/га минеральных удобрений, а в период 1965—1969 гг. 1—1,5 ц/га минеральных и 3 т/га органических удобрений, из 1886 тыс. га пашни выделено 6,8 % площади с повышенным содержанием питательных веществ, а 18 % площади с низким содержанием.

Приведенные данные свидетельствуют, что даже при современном уровне применения удобрений (в 1969 г. по Украине в среднем на 1 га посевной площади было внесено 2,2 ц минеральных и 4,2 т органических удобрений) обеспеченность почв подвижными питательными веществами может измениться на протяжении 7—8 лет. А от обеспеченности почв питательными веществами при прочих равных условиях зависит эффективность минеральных удобрений.

ДЕЙСТВИЕ УДОБРЕНИЙ НА ПОЧВАХ С РАЗЛИЧНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

Различия в агрохимических свойствах почв, установленные по природным зонам и особенно в пределах отдельных почвенных разновидностей, в значительной мере влияют на эффективность минеральных удобрений. Это подтверждают результаты полевых опытов с удобрениями Харьковской зональной агрохимлаборатории. Опыты были проведены в 1967—1968 гг. с сахарной свеклой на пяти почвах с различным содержанием подвижного фосфора (табл. 16). На почвах с низким содержанием подвижных фосфатов прибавки урожая сахарной свеклы возрастили с увеличением дозы фосфорных удобрений от 30 до 90—120 кг действующего вещества на 1 га. На этих же почвах, но с более высоким содержанием подвижных фосфатов эффективность фосфорных удобрений была значительно ниже. Повышенное содержание подвижного фосфора в почве во всех случаях увеличивало урожай сельскохозяйственных культур.

Массовые полевые опыты по изучению доз минеральных удобрений, проведенные зональными агрохимическими лабораториями республики, выявили спределенные закономерности действия удобрений на урожай отдельных культур по почвенно-климатическим зонам и основным агропроизводственным группам почв. Эффективность удобрений при внесении под озимую пшеницу изучалась в дозах от 40 до 80 кг действующих веществ (табл. 17). Азотные удобрения обеспечили наиболее высокие прибавки урожая на дерново-подзолистых и серых оподзоленных почвах Полесья и лесостепной зоны. На черноземах оподзоленных, мощных и обыкновенных действие азотных удобрений было менее выражено. Четкая связь с агрохимическими свойствами почв проявляется в эффективности фосфорных удобрений. На бедных подвижным фосфором дерново-подзолистых почвах Полесья отмечаются высокие прибавки, они снижаются на черноземах оподзоленных и выщелоченных лесостепной зоны и снова резко возрастают на обыкновенных черноземах степной зоны.

Калийные удобрения обеспечивают высокие прибавки урожая на дерново-подзолистых почвах Полесья и серых оподзоленных почвах лесостепи. Более обеспеченные подвижным калием мощные черноземы лесостепи менее отзывчивы на калийные удобрения, а на обыкновенных черноземах степи прибавки с^т калийных удобрений не достоверны.

Общие закономерности эффективности минеральных удобрений по почвенно-климатическим зонам республики отражают в некоторой степени зависимость действия удобрений от агрохимических свойств почв. Наиболее выражена такая зависимость для фосфорных удобрений, эффективность которых снижается по мере увеличения содержания подвижных фосфатов в почве (табл. 18).

На темно-серых лесных оподзоленных почвах и черноземах оподзоленных с различным уровнем обеспеченности подвижным фосфором урожай озимой пшеницы повышался по мере увеличения содержания в почве подвижного фосфора.

Несдинаково эффективны были различные виды и дозы удобрений. Азотно-калийные удобрения, являющиеся в данном случае фоном, действовали более эффективно на почвах с повышенным и высоким содержанием фосфора. Повышение дозы P_2O_5 от 40 до 80 кг/га значительно увеличивало прибавки на почвах с низким содержанием P_2O_5 и было малоэффективным на почвах с высоким уровнем обеспеченности подвижным фосфором.

Зависимость действия калийных удобрений от уровня обеспеченности почв подвижным калием менее выражена (табл. 19). Однако в пределах одной почвенной разности наблюдается определенная тенденция к снижению прибавок урожая от калийных удобрений по азотно-фосфорному фону при увеличении содержания подвижного калия в почве.

Таблица 16

Действие фосфорных удобрений на урожай сахарной свеклы в Харьковской обл. на почвах с различным содержанием подвижного фосфора

Место проведения опыта	Год	Почва	Прибавка урожая сахарной свеклы от P_{2O_5} на фоне $N_{60}K_{60}$									
			Содержание мг на 100 г почвы		P_{2O_5}		P_{60}		P_{60}		P_{120}	
			у/га	%	у/га	%	у/га	%	у/га	%	у/га	%
Совхоз «Дауречанский», Двуреченский р-н	1967	Чернозем обыкновенный слабосмытый	3,4	17,8	70,2	60,0	85,0	90,0	128,0	102,5	146,0	—
Колхоз «Красный Оскол», Изюмский р-н	1967	То же	7,5	11,6	296,8	28,9	9,7	29,8	10,0	55,2	18,6	—
Колхоз «Пралор Коммунизма», Зачепиловский р-н	1968	Чернозем обыкновенный	5,3	11,1	84,0	—	—	78,0	92,8	109,0	129,7	85,0 101,2
Колхоз «Красный Оскол», Изюмский р-н	1968	То же	7,6	11,4	352,0	—	—	66,0	28,7	81,3	23,0	57,0 16,2
Колхоз «Червоний Жовтень», Купянский р-н	1967	Чернозем реградирован- ный	5,3	10,2	155,8	53,9	34,6	82,3	52,8	81,8	52,0	—
Совхоз «Пархомовки», Красноукутский р-н	1967	То же	8,4	8,8	286,0	3,2	1,1	26,5	9,3	31,0	10,8	—
Колхоз «Украина», Богодуховский р-н	1967	Чернозем мощный	5,2	10,9	106,2	136,0	128,1	122,8	115,6	156,1	147,0	—
Совхоз «Свердловский», Богодуховский р-н	1967	То же	9,8	12,4	245,6	44,3	18,0	23,3	9,5	54,0	22,0	—
Колхоз им. М. И. Калинина, Чугуевский р-н	1968	Чернозем опозделенный	3,8	9,5	241,0	—	—	77,0	31,9	86,0	35,7	83,0 34,4
Колхоз «Россия», Нововодолажский р-н	1967	Темно-серая лесная опод- золенная	8,4	15,5	264,0	47,0	17,7	48,0	18,1	64,0	24,2	—

Таблица 17

Прибавки урожая озимой пшеницы на различных почвах при внесении минеральных удобрений, ц/га
(по данным опытов зональных агрохимических лабораторий УССР)

Почвы	Азот, кг/га, на фоне РК		Фосфор, кг/га, на фоне НК			Калий, кг/га, на фоне НР			Число опытов
	40	60	40	60	80	40	60	80	
Дерново-подзолистые	3,9	5,1	2,2	2,8	—	2,7	1,7	—	56
Светло-серые и серые лесные оподзоленные	3,6	5,0	1,6	2,6	0,1	2,7	2,6	2,9	111
Темно-серые лесные оподзоленные и черноземы оподзоленные	2,4	3,0	2,2	2,0	1,5	1,9	2,1	2,2	187
Черноземы мощные и слабореградированные	1,7	1,7	1,9	2,9	2,5	1,7	1,6	1,5	84
Черноземы обыкновенные	—	1,9	2,8	4,1	7,0	—	0,4	—	68

Таблица 18

Действие фосфорных удобрений на урожай озимой пшеницы на почвах с различным содержанием подвижного фосфора (по данным полевых опытов зональных агрохимических лабораторий УССР за 1966—1968 гг.).

Почвы	Содержание подвижного фосфора	Урожай, ц/га		Прибавка урожая, ц/га от доз удобрений, кг/га			Число опытов
		на контроле	по фону НК	40	60	80	
Темно-серые лесные оподзоленные	Низкое	27,0	33,9	2,6	3,9	5,1	2
	Среднее	25,9	30,0	3,9	6,4	4,6	8
	Повышенное	30,0	35,0	0,1	0,8	10,0	8
	Высокое	30,7	35,3	1,9	1,2	0,0	4
Черноземы оподзоленные	Низкое	17,8	22,0	2,3	6,9	9,2	2
	Среднее	22,1	26,7	1,5	1,4	2,8	17
	Повышенное	30,0	33,4	1,7	1,1	3,0	12
	Высокое	36,3	41,1	2,8	3,4	2,0	2

Таблица 19

Действие калийных удобрений на урожай озимой пшеницы на почвах с различным содержанием подвижного калия (по данным полевых опытов зональных агрохимических лабораторий УССР за 1966—1968 гг.).

Почвы	Содержание подвижного калия	Урожай, ц/га		Прибавка урожая, ц/га от доз калийных удобрений, кг/га			Число опытов
		на контроле	по фону НР	40	60	80	
Темно-серые лесные оподзоленные	Низкое	29,1	34,5	3,4	5,0	4,9	7
	Среднее	25,9	29,6	9,6	2,7	5,3	2
	Повышенное	42,7	43,3	2,4	3,8	3,7	2
	Высокое	31,1	32,2	0,9	1,6	4,0	2
Черноземы оподзоленные	Низкое	25,4	29,2	4,5	0,2	1,2	7
	Среднее	23,8	28,9	1,5	1,1	—	16
	Высокое	32,9	40,4	0,0	1,8	1,9	6

ЛИТЕРАТУРА

- Гринченко А. М., Чесняк Г. Я., Чесняк О. А. Динамика элементов плодородия мощного чернозема в зависимости от длительности сельскохозяйственного использования и внесения удобрений. — Почвоведение, 1964, № 5.
- Крупский М. К. Формы азоту в черноземах, темно-серых оподзоленных и дерново-подзолистых грунтах при тривалому внесении добрив. — Зб. «Агрохімія і ґрунтознавство», вип. 5. Київ, «Урожай», 1970.
- Крупский Н. К., Лукьянченкова З. И. Формы фосфатов при длительном внесении удобрений на черноземах, темно-серой и дерново-подзолистой почва. — Агрохимия, 1970, № 9.
- Крупский Н. К., Левенец П. П., Юрко Е. П., Гаврилов В. Л., Кукоба С. М. Сравнение методов определения подвижных форм фосфора и калия в почвах Украинской ССР и их усовершенствование. — Химия в сельском хозяйстве, 1968, № 2.
- Крупский Н. К., Вешко Э. И., Капитульская И. И. Калий в почвах Сумской области. — В кн. «Природные ресурсы Левобережной Украины и их использование», т. VII. Киев, «Недра», 1966.
- Кудзин Ю. К., Ярошевич И. В. Влияние длительного применения удобрений на питательный режим и активность биологических процессов в черноземной почве. — В кн. «Пути повышения плодородия почв». Киев, «Урожай», 1969.
- Ляхов А. И., Зенин А. А. О запасах и подвижности почвенных фосфатов в черноземах. — Химия в сельском хозяйстве, 1968, № 6, 9.
- Левенец П. П. Склад фосфатів і перегрупування їх у ґрунті при внесенні добрив. — Зб. «Агрохімія і ґрунтознавство», вип. 15. Київ, «Урожай», 1970.
- Михайлов Н. Н., Тетерин В. П. Зависимость урожая и эффективности удобрений от содержания в почве подвижного фосфора. — Сельское хозяйство за рубежом. Растениеводство, М., «Колос», 1970, № 4.
- Соколовский А. Н. Сельскохозяйственное почвоведение. М., Сельхозгиз, 1956.
- Хейфец Д. М. Методы определения фосфора в почвах. — В кн. «Агрохимические методы исследования почв». М., Изд-во АН СССР, 1960.
- Чириков Ф. В. Агрохимия калия и фосфора. М., Сельхозгиз, 1956.
- Шконде Э. И., Королева И. Е. Запасы и формы азота в почвах. — В кн. «Проблема азота и урожая на Полесье». Киев, «Урожай», 1967.

ВЛИЯНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ КУЛЬТУРЫ НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМА [МОЩНОГО]

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ И КАЧЕСТВА ГУМУСА ПОД ВЛИЯНИЕМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ КУЛЬТУРЫ

Многочисленными исследованиями установлено, что при распашке целинных почв содержание гумуса снижается. Мало изучены вопросы о темпах уменьшения содержания гумуса и изменениях его качества в распахиваемых почвах в процессе длительного сельскохозяйственного использования. Результаты проведенных нами в этом направлении исследований приведены в табл. 1.

Опыты показали, что в первые 12 лет использования мощного чернозема Сумской области в полевых севооборотах без применения удобрений заметное снижение содержания гумуса произошло лишь в пахотном слое почвы, при одновременном обогащении гумусом нижележащих горизонтов.

Увеличение содержания гумуса в нижних слоях почвы связано с большей подвижностью гумуса в распахиваемых почвах, с большей гидроморфностью их и более глубоким проникновением корневых систем культурной растительности. В дальнейшем, с увеличением периода использования пашни, наблюдается уменьшение содержания гумуса уже во всем профиле почвы, но наиболее заметно в пахотном слое, причем темпы снижения содержания гумуса на протяжении длительного периода использования пашни далеко не одинаковы. Так, если в первые 50 лет после распашки целины потери гумуса в слое 0—12 см составляли 37,2% к содержанию в целинной почве, то в последующий более чем 50-летний период — только 6,8% к содержанию гумуса в 52-летней пашне, т. е. темп потери гумуса в старопахотных почвах снизился больше чем в 5 раз. Следовательно, в черноземе мощном через 50 лет после распашки целины наступает относительная стабилизация содержания гумуса.

Данное положение подтверждается сравнением показателей содержания гумуса в старопахотном мощном черноземе на контрольных (без удобрений) делянках многолетних опытов Мироновской опытной станции, которые были получены А. И. Пятенко в 1926 г., Ю. К. Кудзиным в 1932 г.

Таблица 1
Изменение содержания гумуса в мощном черноземе при длительном сельскохозяйственном использовании без удобрений, % к весу абс. сухой почвы

Глубина, см	Целина	Паропропашной севооборот			Травопольный ** севооборот			
		12*	37	>100	12	37	52	100
0—12	9,40	7,68	6,46	5,04	7,78	7,28	5,90	5,50
12—25	6,68	7,46	6,27	5,02	7,54	7,18	5,78	5,32
25—35	5,92	6,25	5,57	4,80	6,20	5,75	5,24	5,16
50—60	3,80	4,65	4,44	3,66	4,49	4,47	4,09	4,24
140—150	1,30	1,70	1,60	1,30	1,40	1,43	1,65	1,42

* Возраст пашни в годах.

** Травопольным севооборотом назван условно, так как из многолетних трав в нем высевали только бобовые с одногодичным пользованием.

Таблица 2

Изменение содержания гумуса в старопахотном мощном черноземе на контрольных делянках длительных опытов Мироновской сельскохозяйственной опытной станции

Годы определения	Глубина, см	Методы определения гумуса	Содержание гумуса, % от веса почвы	Источник
1926	0—20	По Кнопу	4,87	
	20—40		4,41	Пятенко, 1929
	40—60		3,54	
	0—20		4,74	Гринченко, Чесняк, Чесняк, 1964
1962	20—40	»	4,45	
	40—60		3,42	
1932	0—25	По Тюрину	4,18	Кудзин, 1960
1960	0—25	»	4,18	Гринченко, Чесняк, Чесняк, 1964
1944	0—25	»	3,92	Синягин, 1953
1962	0—25	»	3,90	Гринченко, Чесняк, Чесняк, 1964

и И. И. Синягиным в 1944 г., с результатами наших исследований образцов почвы, отобранных на тех же делянках в 1960 и 1962 гг. (табл. 2).

Из данных табл. 1 и 2 видно, что в старопахотном черноземе мощном при использовании в зерно-свекловичном севообороте даже без применения удобрений существенного уменьшения содержания гумуса не происходит. В таких условиях минерализация гумуса протекает медленно и содержание его почти полностью восполняется за счет новообразования из растительных поживных остатков и корневых систем, а также за счет других биохимических процессов.

Заметное уменьшение содержания гумуса в первые годы после распашки целины происходит в большей мере за счет минерализации полуразложившихся растительных остатков, которые не удается отделить от почвы в процессе подготовки ее к анализу, чем за счет собственно гумусовых веществ. Содержание этих остатков, определенное по методу Шпрингера, в целинной почве составляет 38,3 % по отношению к общему количеству гумуса в почве, а в почвах 12-, 37- и 100-летней пашни — соответственно 29, 25 и 26 %. Кроме того, при распашке целины уменьшение содержания гумуса, несомненно, происходит за счет «разбавления» верхнего слоя почвы (0—12 см), содержащего 8,4—12 % гумуса, нижележащим слоем с меньшим содержанием гумуса (5,92—6,68 %).

Из литературных данных известно, что внесение навоза и минеральных удобрений повышает содержание гумуса в распахиваемых почвах. Полученные нами данные показали, что систематическое внесение навоза в течение 30 лет по 30 $m/га$ (через каждые пять лет) обеспечило прирост содержания гумуса в пахотном слое почвы паропропашного севооборота только на 0,33 %, что составляет 8 % от содержания гумуса в почве контрольной делянки, а в опытах с бессменными посевами озимой пшеницы и кукурузы — 0,44—0,55 %, или на 11—14 % в относительном исчислении. При этом примерно 25 % углерода навоза закрепляется в форме гумуса, что согласуется с данными исследований М. М. Кононовой (1951, 1963) и др.

Увеличение дозы навоза на черноземе мощном сопровождается заметным снижением гумификации углерода. Так, по данным Ю. К. Кудзина и А. Я. Гетманца (1968), при систематическом, в течение более 50 лет, внесении навоза по 80 $m/га$ каждые пять лет степень закрепления органического вещества навоза составила 10,8 %.

При систематическом внесении минеральных удобрений прирост гумуса заметно меньший, чем при внесении навоза, однако тенденция к увеличению запаса его в почве удобляемых фонов, особенно повышенными дозами

Таблица 3

Изменение группового состава гумуса в черноземе мощном левобережной лесостепи при длительном сельскохозяйственном использовании в зерно-свекловичных севооборотах

Глубина, см	Общий углерод, %	Углерод в составе гумуса *				$\frac{C_{\text{гк}}}{C_{\text{фк}}}$	Поливинный гумус * изыск. 0,1 н. NaOH)	От общего со- держ. гуми- новых кис- лот *		$\frac{\Gamma K_{\text{Ca}}}{\Gamma K_{P_2O_5}}$ **
		извлекаемый $Na_2P_2O_7 +$ $+ NaOH$	гуминовых кислот	фульвокис- лот	негидроли- зуемого остатка			свободные и связанные $C R_2O_3$	связанные с кальцием	
Цилина										
0—25	4,66	$\frac{1,69}{36}$	$\frac{1,22}{26}$	$\frac{0,47}{10}$	$\frac{2,97}{64}$	2,60	$\frac{0,38}{8}$	$\frac{0,18}{4}$	$\frac{1,04}{22}$	5,8
25—35	3,43	$\frac{1,36}{40}$	$\frac{0,96}{28}$	$\frac{0,40}{12}$	$\frac{2,07}{60}$	2,40	$\frac{0,17}{5}$	$\frac{0,10}{3}$	$\frac{0,86}{25}$	8,6
12-летняя пашня										
0—25	4,10	$\frac{1,55}{38}$	$\frac{1,17}{29}$	$\frac{0,38}{9}$	$\frac{2,55}{62}$	3,08	$\frac{0,35}{9}$	$\frac{0,17}{4}$	$\frac{1,00}{25}$	5,9
25—35	3,63	$\frac{1,37}{38}$	$\frac{1,03}{28}$	$\frac{0,34}{10}$	$\frac{2,26}{62}$	3,03	$\frac{0,19}{5}$	$\frac{0,08}{2}$	$\frac{0,95}{26}$	11,9
37-летняя пашня										
0—25	3,69	$\frac{1,38}{37}$	$\frac{1,04}{28}$	$\frac{0,34}{9}$	$\frac{2,31}{63}$	3,06	$\frac{0,32}{9}$	$\frac{0,10}{3}$	$\frac{0,94}{25}$	9,4
25—35	3,23	$\frac{1,29}{40}$	$\frac{0,96}{30}$	$\frac{0,33}{10}$	$\frac{1,94}{60}$	2,91	$\frac{0,17}{5}$	$\frac{0,07}{2}$	$\frac{0,89}{28}$	12,7
100-летняя пашня										
0—25	2,92	$\frac{1,22}{42}$	$\frac{0,90}{31}$	$\frac{0,32}{11}$	$\frac{1,70}{58}$	2,81	$\frac{0,26}{9}$	$\frac{0,08}{3}$	$\frac{0,82}{28}$	10,3
25—35	2,78	$\frac{1,17}{42}$	$\frac{0,86}{31}$	$\frac{0,31}{11}$	$\frac{1,61}{58}$	2,78	$\frac{0,16}{6}$	$\frac{0,16}{2}$	$\frac{0,80}{29}$	13,3

* В числителе — % к весу сухой почвы, в знаменателе — % к общему углероду.

** Отношение углерода гуминовых кислот, связанных с кальцием, к углероду гуминовых кислот, свободных и связанных с R_2O_3 .

минеральных удобрений, проявляется во многих опытах с удобрениями в лесостепи УССР. Обогащение почвы гумусом при внесении удобрений наблюдается также в подпахотном и более глубоких слоях, но значительно слабее.

Прирост гумуса под влиянием удобрений в исследуемых нами черноземах невысокий, но различие в содержании его в почве удобряемых и неудобряемых фонов сохраняется продолжительное время и после прекращения внесения удобрений. Об этом свидетельствует проведенное сравнение показателей содержания гумуса в почве Мироновской опытной станции, полученных А. И. Пятенко в 1926 г. и нами в 1962 г. В этом опыте удобрения вносились с 1912 по 1953 г., а в настоящее время изучается последействие удобрений. Содержание гумуса в 1926 г. в пахотном слое контрольной делянки составляло 4,87% и в 1962 г. 4,74%, на навозной делянке — соответственно 5,29 и 5,23%; на делянке с NPK — 4,87 и 4,81%.

Исследования группового состава гумуса (табл. 3) показали, что при длительном сельскохозяйственном использовании чернозема заметно изменяется не только общее содержание гумуса и характер распределения его по профилю почвы, но и содержание отдельных групп гумусовых ве-

ществ. С увеличением длительности использования пашни без применения удобрений снижается абсолютное содержание всех групп гумусовых веществ и общий запас гумуса. Вместе с тем относительное содержание отдельных групп гумусовых веществ изменилось неодинаково: содержание извлекаемых гумусовых веществ (гуминовые + фульвокислоты) возросло, а негидролизуемого остатка — снизилось. Проявляется тенденция к увеличению относительного содержания подвижного гумуса.

В сравнении с целиной в распахиваемых почвах расширилось соотношение между гуминовыми и фульвокислотами, но с увеличением возраста пашни этот показатель несколько сузился. Это указывает на усиление в распахиваемых почвах процессов не только минерализации гумусовых веществ, но и их новообразования.

В составе гуминовых кислот при длительном использовании чернозема без удобрений расширяется соотношение между содержанием фракций, связанной с кальцием, и содержанием гуминовых кислот, свободных и связанных с R_2O_3 , что, по-видимому, обусловлено не ослаблением процесса новообразования гумуса, а неодинаковой скоростью минерализации этих фракций.

Выявленные закономерности изменения группового состава гумуса свидетельствуют об увеличении подвижности его в распахиваемых почвах. Данное положение подтверждается исследованиями содержания активного и пассивного гумуса (по А. Н. Соколовскому) и оптической плотности золей активного гумуса. С возрастом пашни отношение между активным и пассивным гумусом расширяется и уменьшается оптическая плотность коллоидных растворов активного гумуса.

При длительном систематическом применении удобрений наблюдается усиление процессов новообразования гумуса, наиболее заметно увеличивается содержание I фракции гуминовых кислот. Систематическое применение навоза способствует увеличению содержания гуминовых кислот, в связи с чем соотношение между гуминовыми и фульвокислотами расширяется. Применение одних минеральных удобрений мало влияет на накопление гуминовых кислот, но заметно увеличивает содержание фульвокислот, что сопровождается сужением отношения $C_{th} : C_{fk}$. Данные закономерности в изменении группового состава гумуса под влиянием удобрений, по-видимому, характерны для черноземов, так как они выявлены и другими исследователями (Кононова, 1963; Кудзин и Гетманец, 1968).

Вместе с тем следует подчеркнуть, что изменения в групповом составе гумуса чернозема мощного при длительном использовании как без применения удобрений, так и с применением их не велики. Относительное содержание отдельных групп и фракций гумусовых веществ остается характерным для гумуса черноземного типа почвы, т. е. природа гумуса при этом существенно не меняется.

ВЛИЯНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ КУЛЬТУРЫ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Длительное использование чернозема мощного в полевых севооборотах без применения удобрений в связи с заметным уменьшением содержания в нем гумуса сопровождается уменьшением емкости поглощения (табл. 4). В целинной почве емкость поглощения составляла 51,5 мг-экв на 100 г почвы, в пашнях, используемых более 100 лет, она понизилась до 39,1—41,8 мг-экв, причем уменьшение емкости поглощения на протяжении длительного периода использования пашни происходит весьма постепенно и не совсем совпадает с темпами уменьшения содержания гумуса, что объясняется, по-видимому, улучшением коллоидной природы гумуса, его «омолаживанием» в распахиваемых почвах по сравнению с гумусом целины.

Особенно заметно снижается количество обменного кальция. В целинной почве его содержится 42,8 мг-экв, а в пашнях, используемых выше

Таблица 4

Изменение состава обменных катионов в слое 0—25 см мощного чернозема под влиянием длительной сельскохозяйственной культуры

Объекты изучения	Вариант опыта (возраст пашни, лет)	В мг/экв на 100 г почвы					Емкость поглощения, мг-экв	В % от емкости						$\frac{\text{Са}^{++}}{\text{Mg}^{++}}$
		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	H ⁺ гидр.		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	H ⁺ гидр.	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	
Целина	—	42,8	6,4	0,6	0,6	1,2	51,5	83,1	12,3	1,1	1,2	2,2	95,4	6,7
Паропропашной	12	40,7	5,8	0,6	0,5	1,1	48,7	83,6	12,0	1,1	1,0	2,2	95,6	7,0
севооборот	37	39,1	5,8	0,6	0,5	1,0	47,0	83,3	12,3	1,2	1,0	2,2	95,5	6,8
	> 100	31,8	5,4	0,6	0,4	0,9	39,1	81,4	13,7	1,4	1,1	2,4	95,1	5,3
Травэпольный	12	42,1	6,1	0,6	0,5	1,0	50,3	83,6	12,1	1,1	1,0	2,1	95,8	6,9
севооборот	37	40,7	5,8	0,6	0,5	1,0	48,6	83,7	12,0	1,2	1,0	2,0	95,7	7,1
	52	35,9	5,8	0,6	0,4	0,9	43,6	82,4	13,2	1,3	1,0	2,1	95,6	6,3
	> 100	34,6	5,4	0,6	0,4	0,9	41,8	82,6	12,9	1,3	1,0	2,1	95,5	6,4
Севооборот № 5	Контроль	27,3	4,3	0,2	0,3	2,0	34,2	79,9	12,6	0,6	0,8	6,0	92,5	6,3
	NPK	26,7	4,0	0,3	0,3	2,9	34,2	78,1	11,7	0,9	0,9	9,4	89,5	6,8
(Мироновка)	Навоз	29,8	5,4	0,3	0,4	1,9	37,8	79,0	14,3	0,8	0,9	5,0	93,5	5,3

100 лет, — 31,8—34,6 мг-экв, т. е. почва в процессе длительного использования без применения удобрений потеряла более 25 % активного кальция. Уменьшилось также содержание магния, калия и водорода, но заметно слабее, чем кальция, а в содержании натрия изменений практически нет. В связи с неодинаковыми темпами уменьшения содержания обменных кальция и магния соотношение между ними сузилось. Это, по-видимому, отразилось и на динамике содержания водоустойчивых агрегатов в исследуемых пашнях (Чесняк, 1968). Относительное содержание отдельных катионов в распахиваемой почве в сравнении с целинной существенно не изменилось.

При изучении емкости поглощения и состава обменных катионов в страпахотном черноземе удобряемых и неудобляемых фонов установлено, что действие навоза и NPK на эти показатели не одинаково. Систематическое внесение навоза или навоза в сочетании с NPK повышает емкость поглощения почвы, возрастает содержание обменных Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Na⁺ и K⁺ и снижается содержание обменного водорода. Систематическое применение одних минеральных удобрений не вызвало существенных изменений в емкости поглощения, а в составе обменных катионов заметно повысилось содержание обменного водорода (гидролитическая кислотность) и несколько уменьшилось абсолютное и относительное содержание обменного кальция.

Выявленные закономерности в динамике обменного кальция при длительном использовании мощного чернозема указывают на необходимость внесения кальцийсодержащих веществ, которые, согласно исследованиям А. М. Гринченко (1952), И. А. Шеларя (1960), В. Д. Мухи (1961), заметно повышают урожай сельскохозяйственных культур, его качество и эффективность минеральных удобрений.

Результаты исследования реакции почвы (рН водной и солевой суспензий) показали, что в первые 30—40 лет использования пашни без удобрений активная кислотность в пахотном слое остается на уровне целинной почвы (рН водный 7,2—7,3); в последующие годы обнаруживается лишь тенденция к подкислению. В подпахотном и более глубоких слоях почвы изменения рН водного не наблюдается. Аналогично изменяется и рН со-

левой. Систематическое применение навоза в течение 30 лет способствовало повышению рН водной и особенно солевой суспензий в пахотном слое почвы, а внесение одних минеральных удобрений — снижению этих показателей, т. е. увеличению кислотности почвы; в более глубоких слоях почвы изменения реакции не наблюдается.

ВЛИЯНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ КУЛЬТУРЫ НА ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ

Нами изучались общее содержание азота, фосфора, калия и формы их соединений. Установлено, что динамика общего азота в мощном черноземе при длительном сельскохозяйственном использовании без применения и с применением удобрений аналогична динамике гумуса, о чем свидетельствует отсутствие существенного изменения в отношении С : N. Распахиваемые почвы в сравнении с целиной характеризуются более высоким содержанием легкогидролизуемого азота, о чем свидетельствует как абсолютное, так и относительное его содержание (табл. 5).

Увеличение содержания подвижного азота в почве при распашке целины отмечалось также рядом исследователей (Авдонин, 1935; Францесон и Крицикская, 1959; Гринченко и др., 1960; Першина и Ильин, 1960, и др.). Однако заметное увеличение содержания легкогидролизуемого азота в изучаемом мощном черноземе произошло, по-видимому, лишь в первые годы после распашки целины, так как с увеличением периода использования пашни абсолютное содержание его существенно не изменилось.

Таблица 5

Содержание общего и подвижного азота в мощном черноземе целины и пашни, мг N на 1 кг абс. сухой почвы

Объекты изучения	Возраст пашни, лет	Глубина, см	Общий азот	Легкогидролизуемый азот	
				всего	% от общего
Целина	—	0—12	5650	88	1,6
		12—25	4230	77	1,8
		25—35	3310	76	2,3
		50—60	2580	61	2,4
		140—150	940	31	3,3
Паропропашной севооборот	12	0—12	4660	102	2,2
		12—25	4550	95	2,1
		25—35	3630	90	2,5
		50—60	2680	65	2,4
		140—150	1070	49	4,6
	37	0—12	3760	95	2,5
		12—25	3690	89	2,4
		25—35	3260	77	2,4
		50—60	2540	68	2,7
		140—150	970	42	4,3
> 100	> 100	0—12	3020	102	3,4
		12—25	2950	96	3,2
		25—35	2720	79	2,9
		50—60	2130	66	3,1
		140—150	930	34	3,6

Таблица 6

Общее содержание фосфора и групповой состав фосфатов в целинном и распахиваемом мощном черноземе, мг P_2O_5 на 1 кг почвы

Объект изучения	Возраст пашни, лет	Глубина, см	Общее содержание фосфора	Группа фосфатов				
				I	II	III	IV	V
Целина	—	0—12	1800	40	131	113	541	975
		12—25	1810	16	155	113	508	1018
		25—35	1800	10	173	89	485	1043
		50—60	1720	1	174	124	385	1036
		140—150	1160	Сл.	223	164	139	634
		225—230	1050	«	—	—	—	—
Паропропашной севооборот	12	0—12	1840	30	194	70	659	887
		12—25	1840	28	187	62	626	937
		25—35	1810	23	177	58	576	976
		50—60	1590	2	141	109	398	940
		140—150	1160	Сл.	202	131	199	628
	>100	0—12	1720	14	202	84	587	833
		12—25	1710	8	193	78	544	887
		25—35	1690	3	186	75	449	977
		50—60	1600	1	178	83	425	913
		140—150	1080	Сл.	251	123	221	485
		225—235	920	»	—	—	—	—

Следовательно, в старопахотных почвах в сравнении с более молодыми пашнями процессы трансформации общего азота в подвижные соединения заметно ослабевают. Об этом свидетельствуют и результаты исследования нитрификационной способности почвы: в почве 12-летней пашни содержание нитратов при компостировании в течение 30 дней (без добавления энергетического материала) увеличилось почти в 7 раз, 37-летней пашни — в 5 раз, а в почве в 100-летней пашни — только в 3,5 раза. Определение нитрификационной способности мощных черноземов значительно лучше отражает степень обеспеченности почвы усвояемым азотом, чем определение содержания легкогидролизуемого азота (Турчин и др., 1964), поэтому полученные нами результаты позволяют сделать вывод, что в процессе длительного использования мощного чернозема без применения удобрений обеспеченность почвы усвояемым азотом снижается.

При систематическом применении навоза или полного минерального удобрения на старопахотных мощных черноземах в вариантах с удобрениями несколько увеличилось содержание легкогидролизуемого азота, повысилась подвижность азотистых соединений и заметно возросла нитрификационная способность. Таким образом, при внесении удобрений растения дополнительно обеспечиваются усвояемым азотом не только за счет азота удобрений, но и вследствие усиления мобилизации почвенного азота.

Изучение изменений содержания валового фосфора (по Лоренцу) и группового состава фосфатов (по Чирикову — Шконде) показало (табл. 6), что длительное использование мощного чернозема в полевых севооборотах без применения удобрений не вызывает существенного уменьшения общих запасов фосфора в верхнем слое почвы (0—25 см) — разница в содержании его в почве целины и 100-летней пашни не превышает и 5 % от содержания в целинной почве. В более глубоких слоях уменьшение содержания фосфора более заметно: 7 % на глубине 140—150 см и 12 % на глубине 225—230 см. Следовательно, в распахиваемых черноземах усиливаются процессы фито-

Таблица 7

Общее содержание и групповой состав фосфора в мощном черноземе паропропашного севооборота № 5 Мироновской опытной станции, мг Р₂O₅ на 1 кг почвы

Варианты опыта	Глубина, см	Валовой фосфор	Группа фосфатов				
			I	II	III	IV	V
Контроль	0—25	1560	21	238	147	554	600
	25—35	1450	16	184	154	459	637
	50—60	1330	10	87	180	367	686
	140—150	1210	4	109	258	173	666
NPK	0—25	1710	50	261	167	638	594
	25—35	1640	21	248	189	570	612
	50—60	1530	17	92	236	483	702
	140—150	1260	14	139	274	237	596
Навоз	0—25	1600	34	254	156	582	574
	25—35	1520	21	219	157	488	635
	50—60	1350	9	89	221	412	619
	140—150	1170	3	126	250	185	606

биологического накопления фосфора в верхних слоях почвы за счет нижних, в результате чего содержание его, несмотря на ежегодное отчуждение с урожаем возделываемых культур, уменьшается незначительно. Данные табл. 6 свидетельствуют также о том, что при длительном сельскохозяйственном использовании чернозема происходит заметная перегруппировка фосфорных соединений почвы: возрастает содержание уксуснорастворимых фосфатов (II группа) и снижается содержание менее растворимых форм (III и V группы). Увеличение содержания подвижных форм фосфатов в распахиваемых почвах можно считать следствием активной деятельности бактерий, участвующих в превращении фосфорных соединений, общее количество которых в распахиваемых почвах в 2—2,5 раза выше, чем в целине (Чесняк и др., 1966). Содержание органических соединений фосфора (IV группа) в первые годы после распашки целины также заметно возрастает, с увеличением длительности использования пашни запас их в пахотном слое почвы уменьшается, однако не становится ниже уровня содержания в целинной почве.

Сопоставление содержания органических соединений фосфора и общего содержания гумуса в изучаемых почвах показало, что гумус распахиваемых почв более насыщен фосфором, чем гумус целины, что согласуется с исследованиями П. А. Дмитренко (1957), А. М. Гринченко и др. (1960), причем с увеличением длительности использования пашни насыщенность гумуса фосфором возрастает. Так, в почве целины (слой 0—12 см) органический фосфор составляет 0,58% от содержания гумуса, в распахиваемых почвах разной длительности использования в паропропашном севообороте — 0,86—1,17% и в травопольном — 0,81—0,94%. Соотношение С : Р_{орг} в целине равно 101, а в распахиваемых почвах — 72—49. Аналогичная закономерность прослеживается во всем профиле почвы.

Увеличение насыщенности гумуса фосфором в распахиваемых почвах, по-видимому, связано с заметным возрастанием общей численности микроорганизмов, плазма которых содержит значительно больше фосфора, чем растительные остатки. Общая численность микроорганизмов, как показали наши исследования, в распахиваемых почвах в сравнении с целинной выше в 1,5—2 раза.

Режим фосфорных соединений в старопахотном мощном черноземе заметно изменяется при длительном систематическом применении удобрений

Таблица 8

Содержание калия в целинном и распахиваемом мощном черноземе, мг K_2O на 1 кг почвы *

Объект изучения	Возраст пашни, лет	Глубина, см	Валовой калий	Форма калия		
				водораст-воримый	обменный	«необмен-ный»
Целина	—	0—12	23 200	25	352	22 823
		12—25	20 000	9	230	19 761
		25—35	19 900	6	230	19 664
Паропропашной севооборот	12	0—12	21 200	10	259	20 931
		12—25	21 000	9	244	20 747
		25—35	19 500	7	207	19 286
	37	0—12	20 200	9	230	19 961
		12—25	19 600	7	230	19 363
		25—35	19 400	6	193	19 201
	> 100	0—12	19 600	7	207	19 386
		12—25	19 600	6	207	19 387
		25—35	19 300	6	193	19 101

* Общий калий определяли по Смиту, обменный — по Масловой и Чернышевой, водорастворимый — по Александрову.

(табл. 7). Почва, длительно удобрявшаяся минеральными удобрениями или навозом, содержит большие количества валового фосфора в сравнении с неудобляемой, причем обогащение почвы фосфором под влиянием удобрений наблюдается не только в пахотном слое, но и глубже: до 50—60 см в варианте с NPK и до 35 см в варианте с навозом. Увеличение общего содержания фосфора произошло в основном за счет первых четырех групп фосфатов; содержание фосфатов V группы существенно не изменилось. Наиболее заметно возросло содержание подвижных форм фосфатов (I и II группы) — в варианте с NPK на 20% и с навозом на 11%. Содержание углекислорасторимых фосфатов (I группа) в пахотном слое при этом увеличилось в 2—2,5 раза. Следовательно, фосфор, вносимый с удобрениями, в изучаемом нами севообороте, при соотношении N : P : K как 1 : 1 : 1, далеко не весь используется растениями, он накапливается в почве главным образом в доступной для растений форме.

Результаты наших исследований согласуются с исследованиями А. В. Соколова (1958), Э. И. Шконде (1952) и П. О. Горшкова (1962), которые выявили аналогичную закономерность в динамике общего содержания и отдельных групп фосфатов в черноземах под влиянием длительного систематического применения удобрений.

Исследования динамики общего содержания и форм калия показали, что длительное сельскохозяйственное использование чернозема без применения удобрений приводит к постепенному уменьшению общего запаса калия в почве (табл. 8). В слое 0—12 см 100-летней пашни содержание валового калия ниже на 0,34—0,36%, чем в соответствующем слое целины, что составляет 15—16% по отношению к содержанию его в целинной почве. Уменьшение содержания калия в верхних слоях почвы вызвано, безусловно, отчуждением его с урожаями сельскохозяйственных культур, а также частичным перемещением в нижние слои. В процессе длительного использования чернозема интенсивно протекают и процессы мобилизации «необ-

менного» калия. По-видимому, это и является одной из причин того, что старопахотные черноземы следует считать обеспеченными доступным калием (Маслова, 1938; Кирсанов, 1940), хотя на этих почвах отмечается эффективность калийных удобрений.

Систематическое применение удобрений, как показали наши исследования почв Мироновской опытной станции, не изменяет общего содержания калия (контроль — 1,98 %, NPK — 1,98 %, навоз — 1,99 %). Содержание водорастворимого и обменного калия в почве удобряемых фонов повысилось, а необменного — снизилось. При этом внесение навоза способствовало увеличению в почве содержания обменного калия, а внесение NPK — водорастворимого.

Рассмотренные данные о влиянии сельскохозяйственной культуры на агрохимические свойства чернозема мощного лесостепи УССР позволяют сделать следующие выводы.

При распашке целинных мощных черноземов и использовании их в полевых севооборотах без применения удобрений заметно уменьшается содержание общего гумуса и азота, но после 50 лет использования темп снижения содержания их заметно затухает. Систематическое применение навоза и полного минерального удобрения повышает содержание гумуса и общего азота, причем навоз в большей мере способствует обогащению почвы гумусом, чем минеральные удобрения.

В составе гумуса при длительном использовании чернозема без удобрений возрастает относительное содержание новообразованных гумусовых веществ (водорастворимый и подвижный гумус, гуминовые и фульвокислоты, активный гумус) и снижается запас негидролизуемого остатка органических веществ. Соотношение между $C_{тк}$ и $C_{фк}$ в почве пашни расширяется. Систематическое применение удобрений усиливает процессы новообразования гумуса. Внесение навоза расширяет соотношение между $C_{тк}$ и $C_{фк}$, а применение одних минеральных удобрений сужает его.

Природа гумуса при длительном использовании чернозема как без удобрений, так и при систематическом применении их существенно не меняется, так как относительное содержание отдельных групп гумусовых веществ в составе гумуса остается характерным для почв черноземного типа.

При длительном использовании мощного чернозема без удобрений понизилась емкость поглощения. Содержание активного обменного кальция в пахотном слое почвы за период использования пашни более 100 лет уменьшилось на 25 % по сравнению с содержанием его в целинной почве. Уменьшение содержания обменного магния, калия, натрия и водорода выражено значительно слабее, в связи с чем при увеличении периода использования пашни соотношение между обменными Ca^{++} и Mg^{++} сужается.

Распахиваемые мощные черноземы более богаты легкогидролизуемым азотом по сравнению с целиной. С увеличением длительности использования пашни без удобрений абсолютное содержание подвижного азота практически мало изменяется, но понижается энергия нитратонакопления. При длительном систематическом применении удобрений на старопахотных мощных черноземах содержание гидролизуемых соединений азота возрастает и заметно повышается энергия нитратонакопления.

При распашке целинного чернозема и длительном использовании его без применения удобрений уменьшаются запасы валового фосфора в нижних слоях почвы. В пахотном слое общий запас фосфора существенно не изменяется, что свидетельствует об усилении фитобиологического накопления фосфора в распахиваемых почвах. Систематическое применение минерального удобрения на старопахотном черноземе приводит к обогащению профиля почвы валовым фосфором на глубину до 50—60 см. Навоз обогащает почву фосфором лишь в верхнем 35-сантиметровом слое.

При длительном использовании мощного чернозема без удобрений существенно изменяется групповой состав фосфатов почвы. Заметно возросло

содержание фосфатов II группы и снизилось содержание фосфатов III и V групп. Содержание органофосфатов (IV группа) в первые 12 лет использования пашни заметно увеличилось во всем профиле почвы; в старопашке количество их в слое 0—35 см несколько уменьшилось, а в нижних слоях возросло. Последнее связано с увеличением подвижности органических веществ в старопахотных почвах.

Сопоставление данных содержания органофосфатов и общего гумуса в целинном и распахиваемом мощном черноземе показало, что под влиянием длительного использования в мощном черноземе во всем профиле почвы заметно увеличилась насыщенность гумуса фосфором.

При длительном применении как органических, так и минеральных удобрений в черноземе увеличивается содержание фосфатов первых четырех групп, содержание фосфатов V группы практически не изменяется. При этом заметно возрастает содержание фосфатов I и II групп. Это свидетельствует о том, что на черноземе не весь фосфор удобрений используется растениями и накапливается в почве в доступной для растений форме.

В процессе длительного использования чернозема без удобрений наблюдается уменьшение содержания валового калия в верхнем горизонте почв. Длительное применение навоза в дозе 30 т/га через каждые пять лет или ежегодно минеральных удобрений из расчета N 35 кг/га, P₂O₅ 40 и K₂O 40 кг/га на черноземах в полевых севооборотах существенно не отразилось на содержании валового калия.

В распахиваемых почвах по сравнению с целиной снижается содержание всех форм калия, но особенно заметно водорастворимого и обменного. Однако, несмотря на уменьшение содержания подвижных форм калия в распахиваемых почвах, старопахотные черноземы хорошо обеспечены доступным для растений калием. При длительном применении удобрений на мощном черноземе содержание водорастворимого и обменного калия увеличивается в слое почвы 0—35 см, причем внесение NPK больше способствует накоплению водорастворимого калия, чем обменного, а при внесении навоза почва больше обогащается обменным калием.

Правильной системой обработки почвы и применения удобрений можно планомерно изменять пищевой режим мощного чернозема, переводя потенциальные запасы азота, фосфора и калия в подвижные, доступные растениям формы, а также пополняя и общие запасы их в почве.

ЛИТЕРАТУРА

- Авдонин Н. С. Богатство черноземных почв и их плодородие. М., Сельхозгиз, 1935.
- Горшков П. О. Вплив тривалого застосування органічних і мінеральних добрив у сівозміні на загальний зміст і форми фосфорної кислоти в ґрунті. — Вісн. с.-г. науки. Вид-во УАСГН, Київ, 1962, № 9.
- Гринченко А. М. Эффективность рядкового внесения гипса под сельскохозяйственные культуры на солонцеватых почвах Среднего Приднепровья. — Советская агрономия, 1952, № 12.
- Гринченко А. М. и др. Влияние длительной сельскохозяйственной культуры на динамику азота, гумуса и фосфора в почвах юга УССР. — Доклады советских почвоведов к VII Международному конгрессу почвоведов в США. М., Изд-во АН СССР, 1960.
- Гринченко А. М., Чесняк Г. Я., Чесняк О. А. Динамика элементов плодородия мощного чернозема в зависимости от длительности сельскохозяйственного использования и внесения удобрений. — Почвоведение, 1964, № 5.
- Дмитренко П. А. Фосфатный режим почв УССР и приемы его улучшения. — Труды Почв. ин-та им. В. В. Докучаева, т. 50, М., Изд-во АН СССР, 1957.
- Кирсанов А. Т. Последствие калийных удобрений и усвоение ячменем необменного калия. — Химизация соц. земледелия, 1940, № 2—3.
- Кононова М. М. Проблема почвенного гумуса и современные задачи его изучения. М., Изд-во АН СССР, 1951.
- Кононова М. М. Органическое вещество почвы. М., Изд-во АН СССР, 1963.
- Кудзин Ю. К. Реакция кукурузы, сахарной свеклы и картофеля на изменение питательного режима почвы при длительном применении удобрений. — Почвоведение, 1960, № 6.

- Кудзин Ю. К., Гетманец А. Я.* Влияние 50-летнего внесения навоза и минеральных удобрений на содержание и состав органического вещества в черноземе. — Агрономия, 1968, № 5.
- Маслова А. Л.* Калий как элемент почвенного плодородия. — В сб. «Калийные удобрения». Л., Изд. ЛОВИУАА, 1938.
- Муха В. Д.* Влияние малых доз дефеката и гипса, внесенных в рядки при посеве под предпосевную культивацию, на урожай сельскохозяйственных культур. — Тезисы докладов молодых ученых-почвоведов, посвященных XXII съезду КПСС. Украинский научно-исследовательский институт почвоведения и кафедра почвоведения Харьковского СХИ. Харьков, Изд. МСХ УССР, 1961.
- Першина М. И., Ильин В. Б.* Влияние распашки на некоторые химические свойства целинных каштановых почв Куулунды. — Докл. ТСХА, 1960, № 52.
- Пятенко А. И.* Питательный режим почвы в связи с системой удобрения свекловичных севооборотов. — Труды Мироновской оп. селекц. ст., вып. VI. Изд. ВСХН СССР. Сортоводно-семенное управление Сахаротреста. Мироновка, 1929.
- Синягин И. И.* Изменение некоторых агрономических свойств почв под влиянием многолетнего систематического применения удобрений. — В сб. «Вопросы агротехники сахарной свеклы». Труды ВНИИСП, вып. 3. Главн. Упр. с.-х. пропаганды МСХ СССР. М., Сельхозгиз, 1953.
- Соколов А. В.* Запасы в почвах усвояемых фосфатов и их накопление при внесении фосфорных удобрений. — Почвоведение, 1958, № 2.
- Турчин Ф. В., Корицкая И. А., Жидких Г. Г.* Превращение азотистых удобрений в почве и их использование растениями. Доклады к VIII Международному конгрессу почвоведов. «Плодородие и мелиорация почв СССР». М., «Наука», 1964.
- Францесон В. А., Крамницкая Е. Ф.* Пищевой режим вновь освоенных черноземных почв и пути его улучшения. — Земледелие, 1959, № 6.
- Чесняк О. А., Чесняк Г. Я.* Вплив довгочасної сільськогосподарської культури на морфологічні ознаки та деякі фізичні властивості чорнозему глибокого. Республіканський міжвідомчий тематичний науковий збірник. Київ, «Урожай», 1968.
- Чесняк О. А., Чесняк Г. Я., Захарова В. И.* Динамика питательных веществ и микробиологические процессы в мощном черноземе при длительном его сельскохозяйственном использовании. — Труды Харьковск. СХИ им. В. В. Докучаева, т. 49 (86), 1966.
- Шеларь И. А.* О влиянии сыромулого гипса на использование озимой пшеницей питательных веществ Харьковского мощного чернозема. — Труды Харьковск. СХИ им. В. В. Докучаева, т. XXVII (XIV). Харьков, 1960.
- Шконде Э. И.* Системы удобрения и фосфатный режим черноземных почв УССР. — Почвоведение, 1952, № 8.

ЭФФЕКТИВНОЕ ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ

По данным Укрземпроекта, обобщенным нами, дерново-подзолистые и близкие к ним почвы составляют 8,8% всех пахотных земель Украины, в разной степени оглеенные — 5,4%, серые и светло-серые лесные оподзоленные — 6,7%, темно-серые лесные и черноземы оподзоленные — 14,9%, черноземы мощные — 19,9%, черноземы обыкновенные — 29,9%, черноземы южные — 10,9%, темно-каштановые, каштановые солонцеватые — 4,0%, пойменно-луговые — 4,9%. Все названные почвы существенно различаются по механическому составу, степени эродированности, кислотности, солонцеватости, засоленности и другим свойствам и признакам, определяющим современную их производительность.

Работы по бонитировке (качественной оценке) почв, выполненные в соответствии с методикой, разработанной в Украинском НИИ почвоведения и агрохимии, дали обширный материал, позволяющий судить об эффективном плодородии пахотных угодий республики. При частной бонитировке уровень плодородия определялся на основании урожайности по группе зерновых культур (с кукурузой), а также (в отдельности) озимой ржи, озимой пшеницы, ярового ячменя, кукурузы, сахарной свеклы, подсолнечника, льна, картофеля. При общей бонитировке с учетом структуры посевных площадей были определены показатели урожайности и валовых сборов основной продукции зерновых и технических культур (в зерновых единицах) с гектара оцениваемых почв. Во всех случаях по каждой из культур в 100 баллов оцениваются самые высокоурожайные почвы, независимо от их расположения на территории республики (Кузьмичев, 1967, 1969а, 1969б).

На протяжении всех этапов разработки оценочных шкал тщательно исследовалась степень сопряженности (корреляционная зависимость) показателей урожайности с обобщенными данными о природных свойствах почв — мощности гумусированного слоя, содержании и запасах гумуса, реакции почвенного раствора, сумме поглощенных оснований, механическом составе и т. д. (Кузьмичев, 1969б).

По обобщающей оценке — урожайности основной продукции зерновых и технических культур (группа товарных культур) в зерновых единицах — при современном уровне производительных сил в 96—100 баллов оценены черноземы мощные, реградированные лесостепные почвы, черноземы оподзоленные и темно-серые лесные оподзоленные преимущественно тяжелосуглинистые почвы западных районов Черкасской области, темно-серые лесные и черноземы оподзоленные тяжелосуглинистые Черновицкой области, черноземы мощные малогумусные среднесуглинистые Тернопольской области, черноземы мощные глинистые Винницкой области (рис. 1 на вклейке к стр. 76).

Серые и светло-серые лесные оподзоленные почвы западной и правобережной лесостепи в зависимости от механического состава оценены в 52—65 баллов, темно-серые и черноземы оподзоленные — в 66—78 баллов. Дерново-подзолистые супесчаные почвы полесских районов имеют 30—40 баллов, а глинисто-песчаные и песчаные — 22—30 баллов. Относительно высоко (84—90 баллов) оценены черноземы обыкновенные малогумусные глинистые Приазовской возвышенности (Донецкая область), в то время

как черноземы мощные среднегумусные тяжелосуглинистые и глинистые Харьковской и Полтавской областей оценены всего в 71—80 баллов. Черноземы южные, темно-каштановые и каштановые почвы получили 52—50 баллов. В засушливых районах Ворошиловградской области потенциально богатые черноземы обыкновенные среднегумусные оценены почти на 20 баллов ниже, чем относительно более бедные темно-серые лесные почвы и черноземы оподзоленные песчанисто-легкосуглинистого механического состава Ровенской и Волынской областей.

Согласно обобщающей оценке (с учетом влияния на производительность почв) внутри почвенных провинций главное значение принадлежит почвенному фактору, а в зональном плане и в целом по республике — климатическому.

Несколько иная картина получена при оценке плодородия почв по данным валовых сборов основной продукции зерновых и технических культур в зерновых единицах. При этом 98—100 баллов получили темно-серые лесные оподзоленные почвы, черноземы оподзоленные и мощные тяжелосуглинистые Черновицкой и Винницкой областей, а также черноземы мощные и реградированные лесостепные почвы средне- и тяжелосуглинистые Черкасской области. Им несколько уступают черноземы мощные среднесуглинистые Тернопольской и Хмельницкой областей, темно-серые лесные сподзеленные почвы и черноземы сподзеленные тяжелосуглинистые Винницкой и Черкасской областей.

При продвижении от этих районов на север, восток и юг показатели снижаются, причем меньше у потенциально менее плодородных темно-серых лесных оподзоленных почв, черноземов оподзоленных и черноземов мощных легкосуглинистых Ровенской, Волынской и Львовской областей и больше у потенциально высокоплодородных тяжелосуглинистых лесостепных почв Харьковской области. Так, слабооподзоленные лесостепные почвы и черноземы мощные Ровенской и Волынской областей по валовым сборам продукции зерновых и технических культур оценены в 70—90 баллов, а черноземы обыкновенные среднегумусные Ворошиловградской области — в 44—49 баллов, т. е. так же, как и очень бедные дерново-средне- и сильно-подзолистые поверхностно оглеенные легкосуглинистые почвы горных районов Ивано-Франковской области.

Данные об оценке почв по урожайности и валовым сборам основной продукции зерновых и технических культур во многом сходны с соответствующей экономической оценкой земли по стоимостным показателям. Вследствие влияния климатических, экономических и организационно-хозяйственных условий оценка почв по двум рассмотренным показателям не всегда совпадает с существующими представлениями об уровнях их естественного и потенциального плодородия.

Иная картина получена при оценке качества почв по степени благоприятствования для возделывания отдельных культур (частная бонитировка).

ЗЕРНОВЫЕ КУЛЬТУРЫ (С КУКУРУЗОЙ НА ЗЕРНО)

На Украине под зерновые культуры, составляющие основу сельскохозяйственного производства, отводится от 40 до 60 % пашни. Возделываются они на всех почвах. Наиболее высоким уровнем эффективного плодородия с точки зрения урожайности зерновых (рис. 2) характеризуются в Закарпатской низменности дерновые оподзоленные преимущественно оглеенные суглинистые почвы, в Черновицкой области — дерновые и луговые, а также темно-серые лесные почвы и черноземы оподзоленные тяжелосуглинистого механического состава, в Черкасской и Винницкой областях — черноземы мощные малогумусные, черноземы реградированные и слабооподзоленные лесостепные почвы, в Донецкой области — черноземы обыкновенные малогумусные глинистые. По механическому составу названные почвы варьируют от средних и даже легких суглинков до легких глин;

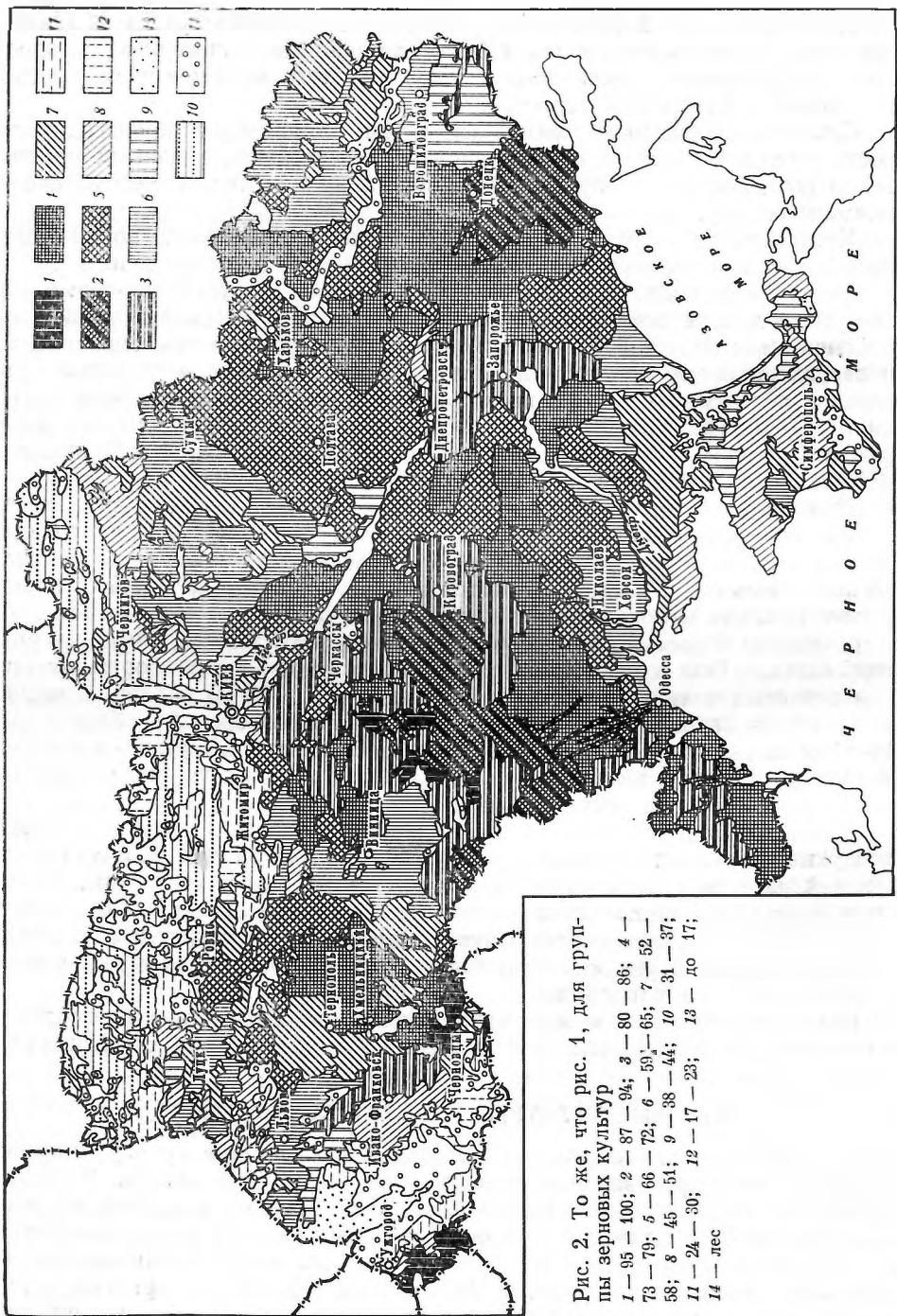


Рис. 2. То же, что рис. 1, для группы зерновых культур
 1 — 95—100; 2 — 87—94; 3 — 80—86; 4 —
 73—79; 5 — 66—72; 6 — 59₄—65; 7 — 52—
 58; 8 — 45—51; 9 — 38—44; 10 — 31—37;
 11 — 24—30; 12 — 17—23; 13 — до 17;

14 — лес

по мощности гумусированного и корнеобитаемого слоя у этих почв варьирование равно двукратному превышению; по сумме поглощенных оснований — трехкратному, реакция почвенного раствора (рН солевой) варьирует от кислой до нейтральной.

В масштабе всей республики прямой зависимости между урожайностью зерновых культур и природными свойствами почв не наблюдается, однако в региональном плане, в однородных климатических и экономических условиях, эта зависимость тесная и очень тесная. Почвы, на которых получают высокие урожаи зерновых культур, расположены в районах как достаточного увлажнения (сумма осадков 600—700 мм, гидротермический коэффициент 1,2—1,5, число дней с суховеями 8—13), так и неустойчивого (сумма осадков 430—490 мм, гидротермический коэффициент 1,0—1,1, число суховейных дней 14—36). При этом в основных районах распространения почв с высокой урожайностью (Черкасская и Кировоградская области) отмечается достаточная или избыточная обеспеченность теплом и умеренная или ограниченная влагой.

На почвах Закарпатской и Черновицкой областей высокая урожайность группы зерновых культур обусловлена очень высокой урожайностью кукурузы и средней урожайностью озимой пшеницы, на почвах Черкасской, Винницкой и Кировоградской областей — высокой урожайностью озимой пшеницы и повышенной кукурузы, на почвах Донецкой области — очень высокой урожайностью озимой пшеницы и средней или пониженной кукурузы. На север, восток и юг от этих районов урожайность группы зерновых постепенно падает, причем более резко она снижается в восточном и южном направлениях. Поэтому если отвлечься от упомянутых выше региональных частностей в оценке почв, то можно утверждать, что в географии урожайности зерновых культур существует определенная зависимость. Наиболее высокая урожайность получена на черноземах мощных, им незначительно уступают черноземы оподзоленные и темно-серые лесные оподзоленные почвы, а также черноземы обыкновенные мощные, несколько более плодородны черноземы обыкновенные, далее идут черноземы южные, темно-каштановые, каштановые почвы, серые и светло-серые лесные оподзоленные, дерново-подзолистые суглинистые и супесчаные почвы; замыкают ряд дерново-подзолистые глинисто-песчаные и песчаные почвы.

В большинстве случаев более продуктивными являются почвы тяжелого механического состава, тяжелые суглинки, легкие глины. На дерново-подзолистых глееватых, а иногда и глеевых почвах глинисто-песчаного и песчаного механического состава в большинстве случаев получена более высокая урожайность, чем на их неоглеенных видах (Житомирская, Волынская области). На оглеенных супесчаных и особенно суглинистых почвах получена более низкая урожайность зерновых культур, чем на соответствующих типичных видах.

Урожайность на эродированных почвах, а следовательно, и их оценка во всех природных районах ниже, чем на неэродированных. Слабоэродированные почвы получили оценку на 15—25 %, а средне- и сильноэродированные — на 35—50 % ниже, чем неэродированные виды. При этом контрастность в урожайности между неэродированными и эродированными почвами последовательно снижалась от бедных почв с плохими физико-химическими свойствами (светло-серых, серых) до потенциально высокоплодородных с хорошими физико-химическими свойствами (черноземов обыкновенных).

В показателях общей урожайности по всей группе зерновых культур не отображается влияние почвенных условий на урожайность отдельных культур, поэтому целесообразно рассмотреть частные случаи влияния почвенных условий на урожайность основных зерновых культур — озимой пшеницы и кукурузы.

Озимая пшеница дает высокие урожаи в районах сравнительно меньшей обеспеченности производственными (удобрения и техника), а также трудовыми ресурсами; эти районы отличаются и худшими условиями увлажнения.

Таблица 1

Реакция озимой пшеницы на почвенные условия (в баллах)

Свойства почв	Полесье и За-падная лесостепь	Правобережная лесостепь	Левобережная лесостепь
Мощность гумусированного профиля	3	3	3
Обеспеченность органическим веществом (содержание гумуса)	4	4	3
Реакция почвенного раствора (pH_{KCl})	1	4	3
Сумма поглощенных оснований	5	5	2
Механический состав	1	3	5

Основные зональные почвы по степени благоприятствования для возделывания озимой пшеницы могут быть поставлены в следующий ряд (от лучших к худшим): черноземы обыкновенные мощные и обыкновенные среднегумусные, черноземы мощные, черноземы обыкновенные малогумусные, черноземы оподзоленные и темно-серые лесные оподзоленные почвы, черноземы южные, темно-каштановые и каштановые солонцеватые почвы, серые и светло-серые лесные оподзоленные, дерново-подзолистые суглинистые, супесчаные, песчаные почвы (рис. 3).

Для выявления реакции озимой пшеницы и других культур на почвенные условия была определена теснота связей (коэффициент корреляции) между урожайностью и показателями отдельных природных свойств почв. При этом мера отзывчивости растений на те или иные свойства почв характеризуется величиной коэффициента корреляции. По его показателям построены пятибалльные шкалы. В 5 баллов оценены случаи сопряженности урожайности со свойствами почв при коэффициенте корреляции выше 0,9%; соответственно в 4 балла — 0,81—0,90%; в 3 балла — 0,71—0,80%; в 2 балла — 0,61—0,70%; в 1 балл — ниже 0,6%.

Реакция озимой пшеницы на отдельные свойства почв показана в табл. 1.

По отношению к почвенным и климатическим условиям озимую пшеницу можно охарактеризовать как культуру, требовательную к факторам естественного плодородия почв, отзывчивую на оккультуренность почв и сравнительно меньше реагирующую на условия увлажнения.

Кукуруза. Ареалы наиболее благоприятных для кукурузы почв совпадают с влажными теплыми и умеренно теплыми районами.

По степени благоприятствования для возделывания кукурузы почвы в убывающем (от лучших к худшим) порядке распределяются следующим образом: черноземы мощные, черноземы оподзоленные, темно-серые лесные оподзоленные средне- и тяжелосуглинистые почвы, дерновые оподзоленные оглеенные средне- и тяжелосуглинистые, серые и светло-серые лесные оподзоленные почвы, черноземы обыкновенные мощные, обыкновенные, южные, дерново-подзолистые почвы (сравнительно теплых районов), темно-каштановые, каштановые солонцеватые почвы. Кукуруза лучше, чем другие культуры, мирится с кислотностью и оглеением почв, но плохо переносит солонцеватые и засоленные почвы. На эродированных почвах по сравнению с неэродированными ее урожай снижается в полтора раза больше, чем озимой пшеницы.

Во всех природных районах кукуруза удовлетворительно реагирует на мощность профиля почв, хорошо — на обеспеченность органическим веществом, слабо — на кислую и очень сильно на щелочную реакцию почвенного раствора; в районах достаточного и умеренного увлажнения — хорошо, а при неустойчивом увлажнении — очень плохо на поглотительную способность; во всех районах она очень слабо отзывается на механический состав почв (табл. 2). К почвам она более требовательна при хорошем увлажнении.

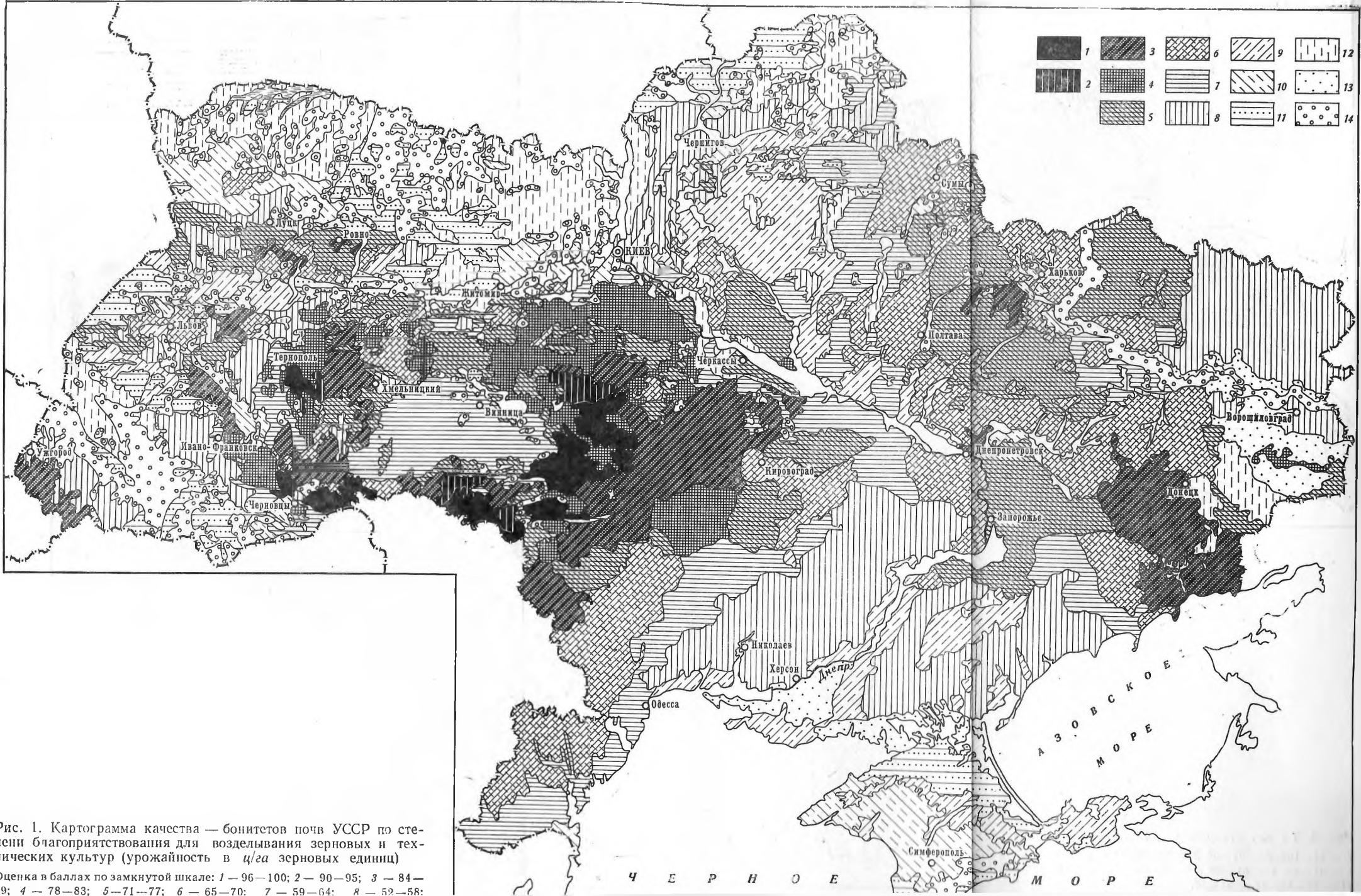


Рис. 1. Картограмма качества — бонитетов почв УССР по степени благоприятствования для возделывания зерновых и технических культур (урожайность в ц/га зерновых единиц)

Оценка в баллах по замкнутой шкале: 1 — 96—100; 2 — 90—95; 3 — 84—89; 4 — 78—83; 5 — 71—77; 6 — 65—70; 7 — 59—64; 8 — 52—58;

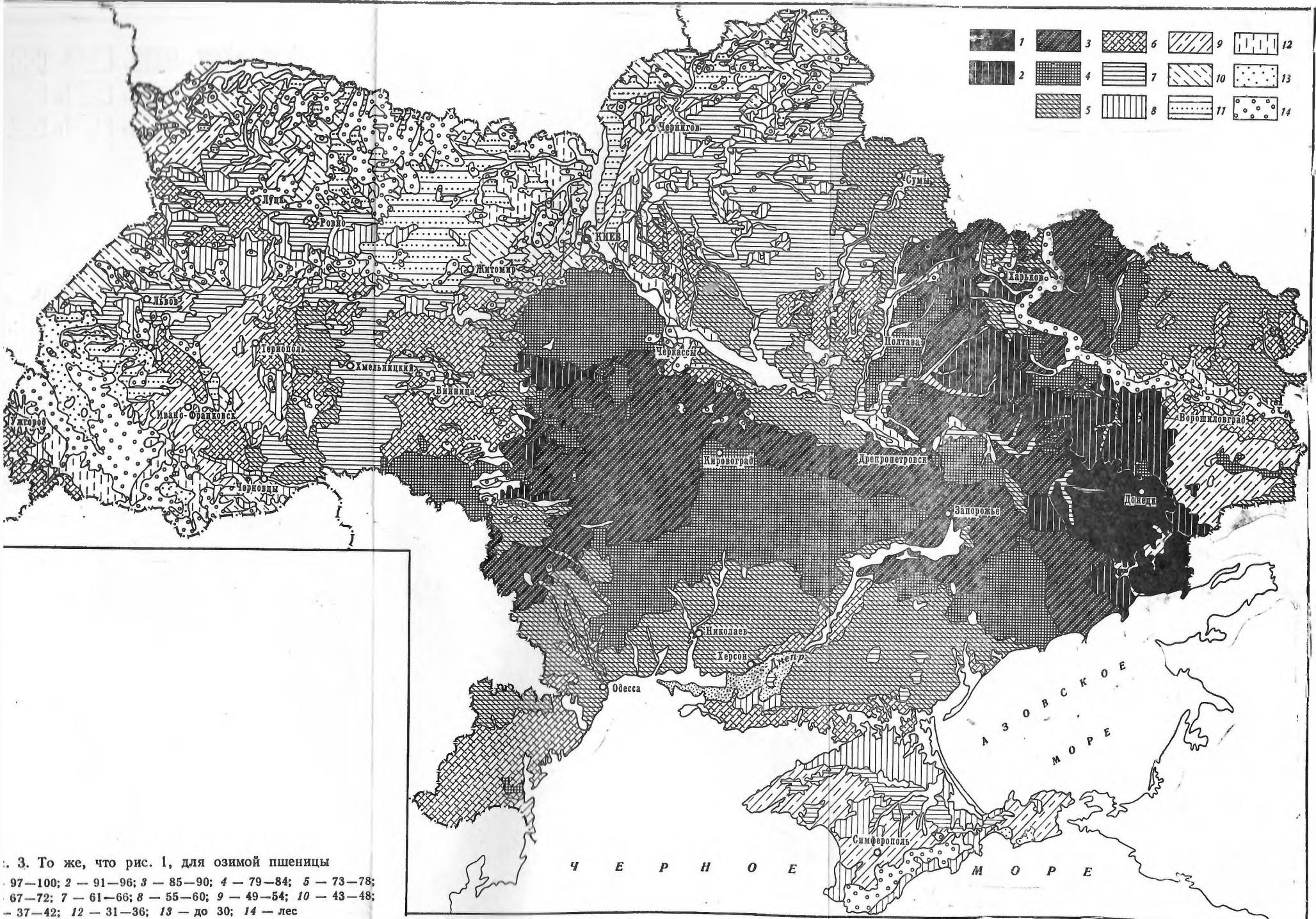


Таблица 2

Реакция кукурузы на почвенные условия (в баллах)

Свойства почв	Полесье и западная лесостепь	Правобережная лесостепь	Левобережная лесостепь и степь
Мощность гумусированного профиля	3	3	3
Обеспеченность органическим веществом (содержание гумуса)	4	4	3
Реакция почвенного раствора (pH_{KCl})	1	4	1
Сумма поглощенных оснований	4	4	1
Механический состав	2	1	1

По сравнению с озимой пшеницей кукуруза менее требовательна к почвенному фактору, чем к климатическому. Благоприятная для возделывания кукурузы почва должна обладать умеренной мощностью гумусированного профиля, относительно легким механическим составом при хорошей обеспеченности органическим веществом, слабокислой или близкой к нейтральной реакцией почвенного раствора, а во влажных районах — хорошей поглотительной способностью.

ТЕХНИЧЕСКИЕ КУЛЬТУРЫ

Сахарная свекла вследствие особой требовательности к почвенно-климатическим условиям возделывается главным образом в лесостепной и на небольших площадях — в полесской и степной зонах (рис. 4).

Почвы Украины можно расположить по степени благоприятствования для возделывания сахарной свеклы в такой убывающей (от лучших к худшим) ряд: черноземы мощные легко- и среднесуглинистые, черноземы и дерновые глубокие карбонатные почвы на карбонатных породах; черноземы мощные тяжелосуглинистые и глинистые; черноземы и темно-серые лесные оподзоленные почвы; черноземы обыкновенные мощные, черноземы обыкновенные, серые, светло-серые лесные оподзоленные, дерново-подзолистые суглинистые и супесчаные почвы. Во всех районах для нее весьма благоприятны луговые почвы и черноземы луговые солонцеватые. Для сахарной свеклы характерно резкое снижение урожайности на эродированных, а также на кислых оглеенных дерново-подзолистых и оподзоленных лесостепных почвах.

По требовательности к почвенным условиям (табл. 3) сахарную свеклу можно сравнить с озимой пшеницей. В большей мере, чем другие культуры, она реагирует на мощность гумусированного профиля, в меньшей — на обеспеченность органическим веществом, значительно отзывается на кислотность почв, предпочитая почвы с нейтральной или слабощелочной

Таблица 3

Реакция сахарной свеклы на почвенные условия (в баллах)

Свойства почв	Западная лесостепь	Правобережная лесостепь	Левобережная лесостепь
Мощность гумусированного профиля	4	3	4
Обеспеченность органическим веществом (содержание гумуса)	3	4	3
Реакция почвенного раствора (pH_{KCl})	3	4	3
Сумма поглощенных оснований	5	4	1
Механический состав	1	1	1

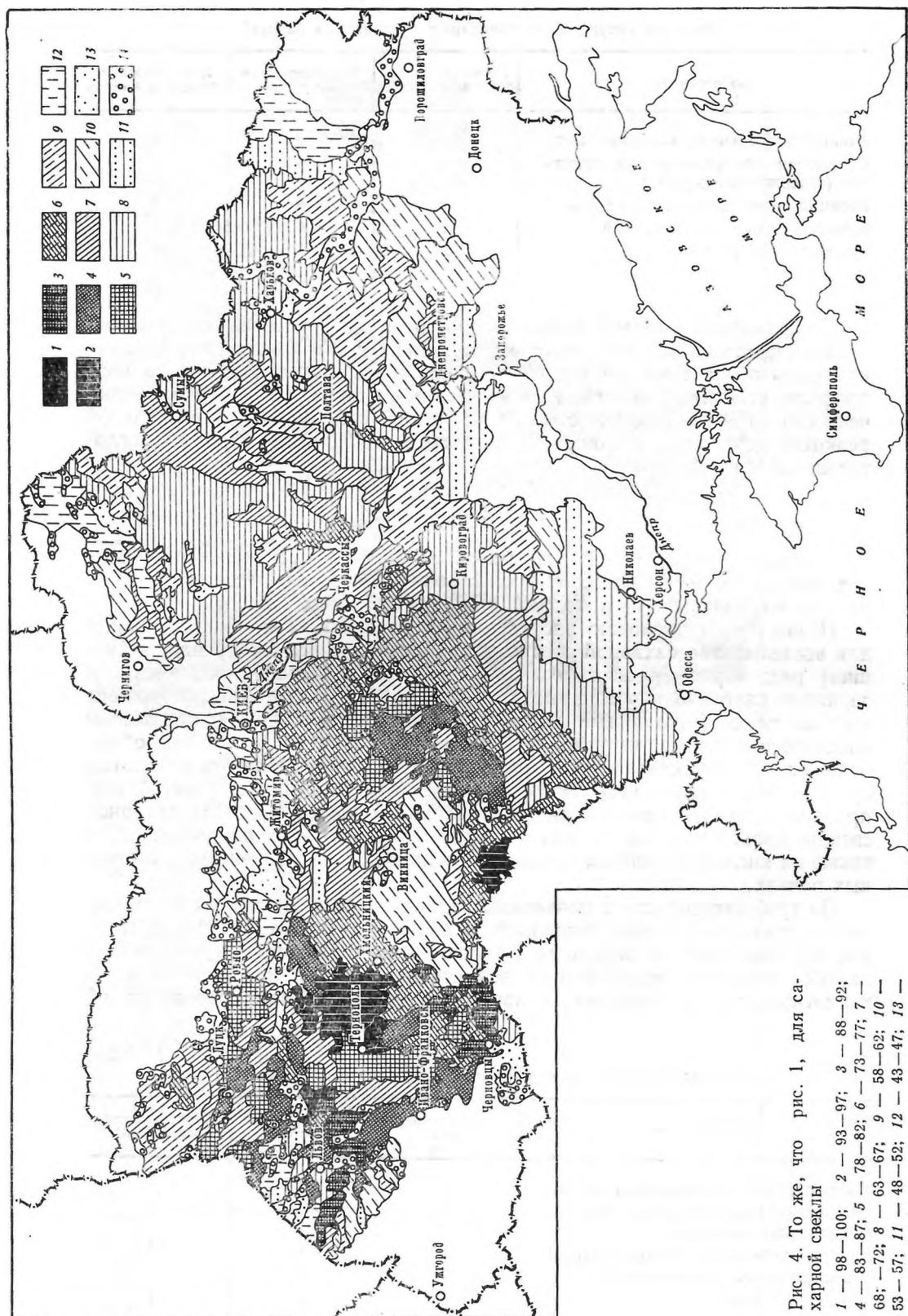


Рис. 4. То же, что рис. 1, для сахарной свеклы
 1 — 98—100; 2 — 93—97; 3 — 88—92;
 4 — 83—87; 5 — 78—82; 6 — 73—77; 7 —
 68; 8 — 72; 9 — 63—67; 10 — 58—62; 11 —
 53—57; 12 — 48—52; 13 — 43—47; 14 —
 до 42; 14 — лес

реакцией. С нарастанием засушливости климата значимость для этой культуры показателей, характеризующих поглотительную способность почв, резко падает. Во всех почвенных провинциях лесостепи реакция сахарной свеклы на механический состав довольно слабая.

Из рассмотренных данных следует, что лучшими для сахарной свеклы являются почвы глубокие, рыхлые, с нейтральной или слабощелочной реакцией почвенного раствора, систематически обеспеченные большим количеством подвижных питательных веществ. Многие из названных условий создаются культурой земледелия, а поэтому первой особенностью рассматриваемой культуры следует считать большую ее отзывчивость на агротехнические приемы, а не на факторы естественного плодородия почв.

Урожайность сахарной свеклы резко падает с запада на восток республики (рис. 4). Для создания высоких урожаев сухого вещества ей необходимы, кроме благоприятного пищевого режима, также и большие количества влаги. Совпадение географии урожайности сахарной свеклы с изменением показателей увлажненности территории подчеркивает большую отзывчивость ее на климатические факторы, чем на почвенные условия.

Подсолнечник возделывается на значительных площадях в степи и в южных районах лесостепи — на черноземах обыкновенных мощных, обыкновенных, мощных, оподзоленных, на темно-серых лесных оподзоленных почвах, черноземах южных, темно-каштановых и каштановых солонцеватых почвах.

В северных районах лесостепи низкая урожайность подсолнечника обусловливается недостатками тепла, на юге (в причерноморской степи) — недостатком влаги и солонцеватостью почв. Наиболее урожайным районом для подсолнечника является северо-восточная часть Приазовья — черноземы обыкновенные малогумусные глинистые. На север и запад от этого района его урожайность падает.

ЛИТЕРАТУРА

- Кузьмичов В. П. Показатели эффективности производственных ресурсов. — В кн. «Методические основы экономической оценки земли». М., «Экономика», 1967.
- Кузьмичов В. П. Головні принципи бонітування ґрунтів. — Зб. «Агрохімія і ґрунтознавство», вип. 8. Київ, «Урожай», 1969а.
- Кузьмичов В. П. Короткі підсумки робіт по бонітуванню ґрунтів України. — Зб. «Агрохімія і ґрунтознавство», вип. 8. Київ, «Урожай», 1969б.

УДОБРЕНИЯ И ДИНАМИКА УРОЖАЙНОСТИ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Современная урожайность сельскохозяйственных культур на Украине определяется благоприятными био-физико-химическими свойствами почв, высокой культурой земледелия, применением больших, систематически возрастающих количеств минеральных и органических удобрений. Если в 1958—1962 гг. на Украине на гектар пашни вносились с минеральными удобрениями в сумме по 13,5—16 кг азота, фосфора и калия, то в годы восьмой пятилетки их количество возросло до 47—55 кг/га (табл. 1).

Общее увеличение поставок минеральных удобрений позволило с 1963 по 1970 г. повысить дозы их внесения под технические культуры примерно в 3 раза, а под зерновые без кукурузы — даже в 5,5 раза. В благоприятную сторону изменяется и соотношение питательных веществ (N : P : K) в применяемых удобрениях. В 1963 г. оно составляло 1 : 1,1 : 1, а в 1967—1970 гг. — 1 : 0,9 : 0,8. Кроме минеральных удобрений в больших количествах используются и местные органические удобрения. Это обусловливает систематический рост обеспеченности почв питательными элементами.

Представление о мере возврата отчуждаемых с урожаями питательных веществ за счет применения всех удобрений можно составить на основе анализа (табл. 2) баланса питательных веществ¹.

В целом по УССР обеспеченность полученных урожаев элементами минерального питания за десятилетний период возросла для азота примерно в 1,5 раза, для фосфора — в 2 раза. Медленнее она увеличивалась для калия. Рассчитанные нами совместно с сотрудниками Украинского научно-исследовательского института земледелия и Госплана УССР данные планового баланса свидетельствуют о том, что в конце девятой пятилетки по-

Таблица 1
Применение минеральных удобрений в земледелии Украины, кг питательных веществ (NPK)

Площадь	1963 г.	1965 г.	1967 г.	1970 г.
На 1 га пашни	19,8	38,8	46,8	55,0
В том числе на 1 га посева:				
зерновых без кукурузы	8	16	30	43
кукурузы	20	39	38	53
сахарной свеклы	90	199	242	283
льна-долгунца	59	74	104	151
картофеля	49	71	101	158
овощных и бахчевых	44	50	64	107

¹ В приходной части учитывалась биологическая фиксация азота бобовыми растениями, а в расходной — ориентировочные потери азота с дренажными водами и в виде газообразных соединений.

Таблица 2

Баланс питательных веществ в почвах УССР (поступление к выносу, %)

Период	Природная зона	Азот	Фосфор	Калий
1958—1962 гг.	Полесье	74,4	140,2	83,2
	Лесостепь	39,5	70,4	48,2
	Степь	19,7	29,0	21,2
	УССР	37,5	58,4	41,5
1966—1967 гг.	Полесье	84,4	164,8	83,8
	Лесостепь	54,7	111,7	52,0
	Степь	32,5	56,3	19,9
	УССР	50,8	92,4	42,2
1969—1970 гг.	Полесье	86,3	190,8	98,0
	Лесостепь	58,6	103,1	60,6
	Степь	36,7	59,3	20,9
	УССР	53,8	101,2	50,8
На 1975 г. (по плану для всего растениеводства)	Полесье	87,3	101,4	126,2
	Лесостепь	75,8	93,7	85,2
	Степь	71,9	101,6	38,2
	УССР	76,1	98,4	73,6

лучение всей продукции растениеводства (земледелие, садоводство, естественные кормовые угодья) будет практически полностью обеспечиваться фосфорными, на три четверти — азотными и калийными удобрениями.

В республике проводится значительная работа по изучению действия удобрений применительно к отдельным культурам и почвам. Украинским научно-исследовательским институтом земледелия сделана сводка по Украине результатов примерно 1600 опытов с удобрениями. Нами эти данные генерализованы и привязаны к почвам (табл. 3 и 4).

При внесении под озимую пшеницу центнера условных туков минеральных удобрений на всех почвах Украины урожайность зерна повышается на 1,0—1,5 ц/га, с явной тенденцией к увеличению прибавок на плодородных почвах районов достаточного увлажнения. Относительно малые прибавки получены на дерново-подзолистых, а также дерновых оподзоленных почвах.

Эффективность минеральных удобрений, внесенных под кукурузу, несколько меньшая, чем внесенных под озимую пшеницу. Здесь четче сказывается действие климатических условий. В засушливых районах степи и восточной (левобережной) лесостепи, а по ряду почв и в центральной (правобережной) лесостепи прибавки урожая оказались на 35 и даже 50% ниже, чем на почвах западной лесостепи. На дерново-подзолистых и дерновых оподзоленных почвах Полесья эффективность минеральных удобрений под кукурузу также оказалась низкой.

Максимальные прибавки урожая картофеля и сахарной свеклы на центнер условных туков получены на оподзоленных почвах западной лесостепи и Полесья, более низкие — в центральной (правобережной) лесостепи и еще более низкие — в левобережной лесостепи и степи.

При применении азотных удобрений прибавки урожая озимой пшеницы были самыми высокими на дерново-подзолистых почвах, а далее они последовательно снижались на серых и темно-серых лесных, черноземах оподзоленных, достигая минимума на черноземах мощных; на обыкновенных и

Таблица 3

Эффективность удобрений при основном внесении на почвах УССР

Почвы	Азотные			Фосфорные			Калийные		
	число опытов	урожай на конт-роле, ц/га	прибавка урожая*, ц/га	прибавка урожая*			урожай на конт-роле, ц/га	число опытов	прибавка урожая*, ц/га
				на 1,4 условных туков	на 1,4 условных туков	на 1,4 условных туков			
Дерново-подзолистые	6	26,3	6,3	2,7	25	17,7	2,0	0,7	—
Дерновые оподзоленные	4	30,7	2,4	0,7	2	38,0	0,4	0,8	2
Серые лесные оподзоленные	16	32,6	4,5	—	12	22,5	2,2	0,9	—
Гемно-серые лесные и черноземы оподзоленные	15	27,2	2,9	—	3	29,4	3,1	—	—
Черноземы мощные	43	27,1	1,7	—	26	26,1	3,7	—	—
Черноземы обыкновенные	11	30,4	3,4	1,7	9	27,3	3,3	1,8	—
Черноземы южные	7	26,2	2,5	—	5	30,0	1,9	—	2
Озимая пшеница									
Дерново-подзолистые	4	41,4	3,4	—	1	26,1	1,2	—	—
Дерновые оподзоленные	3	45,3	7,4	1,7	3	46,6	4,4	0,9	3
Серые лесные оподзоленные	30	48,2	5,9	1,5	5	40,3	3,6	1,0	4
Темно-серые лесные и черноземы оподзоленные	24	36,6	4,6	—	6	41,7	1,5	—	5
Черноземы мощные	63	43,3	3,9	—	21	38,4	1,5	—	19
Черноземы обыкновенные	13	29,1	2,8	1,0	26	26,8	1,6	1,0	8
Черноземы южные	6	28,3	2,0	—	—	—	—	—	—
Кукуруза (зерно)									
Дерново-подзолистые	4	41,4	3,4	—	1	26,1	1,2	—	—
Дерновые оподзоленные	3	45,3	7,4	1,7	3	46,6	4,4	0,9	3
Серые лесные оподзоленные	30	48,2	5,9	1,5	5	40,3	3,6	1,0	4
Темно-серые лесные и черноземы оподзоленные	24	36,6	4,6	—	6	41,7	1,5	—	5
Черноземы мощные	63	43,3	3,9	—	21	38,4	1,5	—	19
Черноземы обыкновенные	13	29,1	2,8	1,0	26	26,8	1,6	1,0	8
Черноземы южные	6	28,3	2,0	—	—	—	—	—	—

Окончание

Почвы	Азотные				Фосфорные				Калийные			
	число опытов	прибавка урожая*		число опытов	прибавка урожая*		число опытов	прибавка урожая*		число опытов	прибавка урожая*	
		урожай на конт- роле, ц/га	на 1 ц условных туков ц/га		урожай на конт- роле, ц/га	на 1 ц условных туков ц/га		урожай на конт- роле, ц/га	на 1 ц условных туков ц/га		урожай на конт- роле, ц/га	на 1 ц условных туков ц/га
Сахарная свекла												
Дерново-подзолистые	7	283,1	38,8	19,9	400	3,0	3	0,9	3	400	3,0	2,1
Серые лесные оподзоленные	61	290,5	40,3	14,1	15	336,7	19,5	5,3	2	378,0	16,0	11,1
Темно-серые лесные и черноземы оподзоленные	81	308,1	28,5	11,1	36	361,3	31,5	9,3	19	390,7	18,6	9,4
Черноземы мощные	96	331,7	22,2	11,2	36	342,6	37,3	11,3	14	372,4	14,3	9,9
Черноземы обыкновенные	22	252,3	27,3	8,5	3	320,7	39,1	12,9	3	326,5	22,5	10,4
Черноземы луговые солонцеватые	8	379,6	10,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Картофель												
Дерново-подзолистые	332	123,4	27,7	13,0	25	117,6	13,3	4,7	98	129,4	11,1	11,5
Серые лесные оподзоленные	30	159,1	19,7	7,7	2	119,0	0,2	0,1	14	147,5	15,5	12,3
Темно-серые лесные и черноземы оподзоленные	18	172,3	23,1	8,1	8	199,9	15,5	4,2	13	174,3	14,8	11,5
Черноземы мощные	7	211,7	34,4	—	—	—	—	—	33	164,8	19,2	—

* Прибавка на фоне РК, НК и НР соответственно.

Таблица 4

Эффективность NPK при основном внесении на почвах УССР, ц/га

Почвы	Озимая пшеница			Кукуруза			Картофель (Полесье) сахарная свекла (лесостепь)		
	число опытов	урожай без удобрений	прибавка на 1 ц условных туков	число опытов	урожай без удобрений	прибавка на 1 ц условных туков	число опытов	урожай без удобрений	прибавка на 1 ц условных туков
Дерново-подзолистые	12	19,5	1,3	46	37,2	1,2	120	172	6,7
То же, оглеенные	16	17,5	0,9				21	171	5,7
Дерновые оподзоленные	9	34,4	0,7	31	42,3	0,6	25	143	5,4
Серые лесные оподзоленные, Полесье	23	21,1	1,4	61	37,6	0,6	43	154	11,5
То же, центральная лесостепь	40	26,5	1,5	37	44,3	1,2	38	258	7,9
То же, западная лесостепь	9	20,1	1,4	—	—	—	2	222	12,0
Темно-серые лесные и черноземы оподзоленные, центральная лесостепь	37	25,1	1,1	12	37,8	0,7	28	270	9,4
То же, западная лесостепь	10	24,5	1,3	3	27,4	1,3	11	292	12,2
Черноземы мощные, восточная лесостепь	38	24,0	0,9	26	35,2	0,8	126	299	4,8
То же, центральная лесостепь	98	25,7	1,0	50	43,9	1,1	158	265	7,2
То же, западная лесостепь	26	28,2	1,1	27	45,3	1,7	19	334	7,6
Черноземы обыкновенные	73	28,4	1,0	83	31,5	0,6	18	216	6,2
Черноземы южные	8	21,3	1,2	8	31,8	0,6	56	458*	9,2

* Сахарная свекла на черноземах южных возделывалась в условиях орошения.

южных черноземах по сравнению с последними они возрастили в 1,5—2 раза. Действие азотных удобрений на урожай кукурузы по абсолютным прибавкам не уступало действию на озимую пшеницу. Однако здесь, как и при их внесении под сахарную свеклу, эффективность азотных удобрений находится в прямой зависимости от условий увлажнения почв. Азотные удобрения высокоеффективны и под картофель, причем на этой культуре особенности почв и условия увлажнения на прибавках урожая почти не сказываются.

Эффективность фосфорных удобрений, внесенных под озимую пшеницу, нарастает от дерново-подзолистых почв до черноземов мощных, на обыкновенных и южных черноземах она несколько снижается. Кукуруза очень хорошо реагирует на внесение фосфорных удобрений на дерновых оподзоленных и серых лесных оподзоленных почвах. На остальных почвах лесостепи и степи центнер P_2O_5 окупается примерно одним центнером зерна.

Эффективность фосфора при внесении под сахарную свеклу резко возрастает от дерново-подзолистых почв до черноземов обыкновенных, перекрыва на черноземных почвах примерно в полтора раза действие азота. Применение фосфорных удобрений под картофель также эффективно, причем в данном случае особенности почв, как и при применении азотных удобрений, в основном не сказываются.

Материалы об эффективности калийных удобрений под озимую пшеницу на почвах республики практически отсутствуют. Кукуруза весьма отзывчива на калий, но его действие зависит от условий увлажнения. При внесении под сахарную свеклу и картофель эффективность калийных удобрений

возрастает от почв, расположенных в районах достаточного увлажнения, до черноземов мощных и обыкновенных.

Значительна также эффективность органических удобрений. Действие навоза не ограничивается прибавками урожая первой культуры. Анализ многолетних данных, полученных на опытных станциях, показывает, что на легких почвах Полесья суммарная эффективность навоза в севообороте составляет 150—170 % от прямого действия, в лесостепи — от 250 до 350 %, а в северной степи и южной лесостепи она достигает 500 %. Следовательно, на потенциально высокоплодородных почвах степи и лесостепи суммарная эффективность навоза в 2,5—3 раза выше, чем на почвах Полесья.

Различно и последействие минеральных удобрений. По данным Ново-зыбковской и Полесской опытных станций, последействие минеральных удобрений проявляется лишь на второй культуре и составляет около 10—15 % от прямого действия, в то время как в северной степи (Харьковская опытная станция) последействие по суммарной урожайности второй и третьей культур составило 70 % от прибавок урожая первой культуры. Таким образом, последействие как органических, так и минеральных удобрений является самым высоким на высокоплодородных почвах в районах неустойчивого и недостаточного увлажнения.

В последнее время появились данные о существенном последействии азота, хотя его накопление в почвах ограничено из-за потерь с дренажными водами или в виде газообразных соединений. Эти потери значительно больше на почвах легкого механического состава.

Следует, однако, подчеркнуть, что отмеченные зависимости получены в условиях, резко отличающихся от производственных, на хорошо окультуренных, а в ряде случаев — на лучших в генетическом отношении почвах. Поэтому рассмотренные данные опытных учреждений целесообразно сопоставить с обобщенными данными по эффективности удобрений в производственных условиях.

Для расчетов была использована практически вся информация об итогах производственной деятельности и количествах применяемых удобрений в 9,5 тыс. колхозов республики; показатели определялись методами математической статистики. Обширные исследования по выявлению суммарной эффективности удобрений были осуществлены по итогам производственной деятельности колхозов за 1953—1962 гг. Прибавки урожайности определялись в расчете на центнер стандартных туков использованных на гектаре севооборотной площади минеральных и органических удобрений. Последние по соответствующим коэффициентам содержания питательных веществ были переведены в минеральные удобрения. Эlimинирование действия на урожай не связанных с удобрениями факторов, как и эффективность удобрений, определялось путем построения и решения многофакторных корреляционных задач методом наименьших квадратов на ЭЦВМ. Эта работа применительно к отдельным культурам была осуществлена по 95 природно-экономическим районам республики. Достоверные данные по группе зерновых культур обобщены по крупным территориальным подразделениям республики. Параллельно показатели действия удобрений по отдельным культурам, с учетом структуры посевных площадей и соответствующих коэффициентов, переведены по основной продукции земледелия в зерновые эквиваленты (табл. 5).

Примененная методика позволила определить суммарную эффективность центнера удобрений в целом по севообороту с учетом прямого действия и последействия. Полученные данные свидетельствуют о высокой эффективности использованных в производственных условиях удобрений. Она по группе зерновых культур во многом соответствует рассмотренным выше данным опытных учреждений. Эффективность в зерновых эквивалентах более высокая за счет лучшей окупаемости удобрений урожаями технических культур.

Приведенные в табл. 5 данные свидетельствуют о значительной диффе-

Таблица 5

Эффективность удобрений в производственных условиях, ц/га на 1 ц удобрений (в туках)

Природная зона, провинция	Число районов	Средняя		Максимальная		Минимальная	
		зерновые культуры	зерновые единицы	зерновые культуры	зерновые единицы	зерновые культуры	зерновые единицы
Предгорные и горные районы Карпат	6	0,34	0,39	0,74	1,47	0,21	0,28
Полесье	8	0,80	1,09	1,01	1,21	0,49	0,72
Северная и западная лесостепь	12	0,89	1,33	1,04	1,71	0,67	1,09
Центральная и южная правобережная лесостепь	14	1,45	1,92	2,03	2,44	1,19	1,46
Левобережная лесостепь	9	1,26	1,72	1,62	2,19	1,15	1,42
Северная и центральная степь	20	1,71	1,92	3,27	3,80	0,64	0,82
Южная степь	7	0,63	0,68	1,55	1,60	0,11	0,12
УССР	76	1,18	1,49	—	—	—	—

При меч ани е. Перевод урожайности основной продукции зерновых и технических культур в зерновые эквиваленты осуществлен по следующим коэффициентам, принятым в ГДР: зерновые культуры (все) 1,0; сахарная свекла 0,26; картофель 0,25; подсолнечник 1,47; лендолгунец — волокно 3,85, семена 1,65; табак 1,65; махорка 1,47. Для расчетов урожайности в зерновых эквивалентах использованы данные о структуре уборочных площадей всех сельскохозяйственных культур, возделываемых на данной почве.

ренцированности эффективности удобрений на различных территориях и о зависимости ее показателей от почвенных условий. Эффективность удобрений возрастает от районов с малоплодородными почвами до районов черноземов обыкновенных. Это явление может быть связано с получением в рассматриваемом периоде низкой урожайности сельскохозяйственных культур и с очень слабой реализацией биоклиматического потенциала во всех природных зонах. В районах северной и центральной степи и южной лесостепи в этом перисце применялись малые количества удобрений, но внесенные наиболее эффективными способами (в рядки при посеве, путем подкормки озимых и т. д.).

Обработка аналогичной информации за 1963—1967 гг. (а в ряде случаев и за более поздние годы) рассмотренными выше методами, а также способом статистических группировок хозяйств позволила выявить определенные территориальные изменения. В последние годы наблюдалось смещение ареалов высокой эффективности удобрений в северо-западном и северном направлениях, т. е. от районов черноземов обыкновенных и мощных тяжелого механического состава к районам черноземных и оподзоленных лесостепных почв легко- и среднесуглинистого механического состава. В данном случае общему повышению урожайности могла способствовать более значительная реализация биоклиматического потенциала степных районов, а отсюда замедление среднегодовых темпов прироста урожайности и снижение эффективности удобрений.

Выявление этих тенденций и рассмотренных в общем виде изменений уровня плодородия основных почв (см. раздел «Эффективное плодородие почв») позволило более детально исследовать динамику урожайности на территории республики. Очевидно, результаты подобных исследований должны быть связаны с изменениями во времени погодных условий.

В целях изучения изменений некоторых метеорологических элементов на территории республики нами обработаны с помощью метода сглаженных

динамических рядов (парабола второго порядка) по 136 метеостанциям второго разряда 15-летние (1953—1967 гг.) данные о динамике среднесуточных температур воздуха в течение вегетационного периода, о годовых суммах осадков и количестве суховейных дней.

Анализ этих данных свидетельствует о том, что почти на всей территории республики, за исключением крайних южных районов (причерноморская, заднестровская, крымская степь), среднесуточные температуры воздуха по сравнению с 50-летней нормой были несколько выше. Климат республики в целом становится теплее. Особенно четко это явление прослеживается на протяжении 1963—1967 гг. Более высокие темпы нарастания температур характерны для левобережной Украины, несколько меньшие — для Западной, еще меньшие — для правобережной. В последнем случае температурные условия на протяжении 15 лет устойчиводерживаются на повышенном (примерно на 5 %) уровне. В 1967 г. температура нигде не превышала многолетнюю норму более чем на 10 %.

Характеризуя в общем динамику термических условий, можно констатировать, что в районах Полесья, западной лесостепи и южной степи они изменяются в сторону большего благоприятствования, а в левобережной лесостепи, северной и центральной степи — в сторону меньшего благоприятствования для роста и развития растений.

На территории республики количество осадков после существенной депрессии 1957—1962 гг. приблизилось к 50-летней норме, а в большинстве районов ее превысило. В отдельных случаях превышение достигало 35—40 %. Исключение в этом соотношении составляют большие части Ровенской, Черновицкой областей и горные районы Крыма. На названных территориях имеется тенденция к снижению количества атмосферных осадков; в 1966—1967 гг. снижение составило 5—15 % по сравнению с нормой. При этом более обеспеченными осадками в последние 5—10 лет оказались наиболее в них нуждающиеся районы левобережной и правобережной степи. Здесь количество осадков, как правило, превышало многолетнюю норму на 15—35 %, а в заднестровской степи оно достигло местами даже 40 %. Общая тенденция к повышенной влагообеспеченности, но менее четкая характерна для районов причерноморской степи. Лесостепные районы Левобережной и Правобережной Украины после существенной депрессии в увлажнении в последние годы получали осадков больше многолетней нормы на 15—25 %.

В районах западной лесостепи, менее нуждающихся в осадках, динамика увлажнения весьма сложная. На всей территории Хмельницкой и на западе Винницкой области осадков выпадает в основном больше нормы, но при этом наблюдается тенденция к снижению их количества. В северных районах западной лесостепи количество осадков после существенной депрессии приближается к норме, а в южных районах превышает ее на 10—30 %.

В Полесье, как и в западной лесостепи, динамика выпадения осадков довольно неоднородна. В западном Полесье кривая атмосферного увлажнения, за исключением Ровенской области, подошла к норме. В районах правобережного Полесья наблюдается повышенное, систематически возрастающее увлажнение. В левобережном Полесье выпадение осадков приблизилось к норме.

Таким образом, в исследуемом периоде климатические условия на большей части территории республики вступили в фазу возрастающего благоприятствования для развития сельскохозяйственного производства. При этом темпы роста температур, как правило, были в 2—3 раза более низкими, чем соответствующие показатели по количеству выпадающих осадков. Следовательно, суммарные показатели увлажненности территории в общем повышались в благоприятную сторону. Особенно четко это было выражено в основных сельскохозяйственных районах левобережной и правобережной лесостепи, а также на всей территории степи.



Рис. 1. Схема агрохимического районирования территории Украины

Границы: а — зон, б — подзон, в — провинций, г — подпровинций, д — районов. Цифры — номера агрохимических районов, см. табл. 6

Приведенные данные о характере климатических условий, складывающихся в последние годы, свидетельствуют об общем нарастании благоприятствования для применения удобрений и повышения их эффективности. Однако, учитывая цикличность в изменениях климата, следует предположить, что наблюдавшееся улучшение климата сменится депрессивными явлениями, как это было в 1972 г. Эти тенденции должны быть обнаружены ранее, чем они смогут оказать неблагоприятное влияние на сельскохозяйственное производство.

Кроме рассмотренного общего улучшения климатических условий повышение урожайности сельскохозяйственных культур определялось резким увеличением технической оснащенности сельского хозяйства, улучшением культуры земледелия, rationalьной заменой выращиваемых сортов. Детальное изучение динамики поставок минеральных удобрений показало, что количество используемых удобрений в относительных величинах во всех районах республики прогрессивно увеличивалось. При этом абсолютные количества применяемых удобрений в соответствии с почвенно-климатическими условиями уменьшались с северо-запада и севера на юго-восток и юг.

Динамика урожайности сельскохозяйственных культур изучалась в каждом из 95 природно-экономических районов республики, выделенных в процессе работ по бонитировке почв. При этом 15-летние динамические ряды (1953—1967 гг.) урожайности основной продукции зерновых и технических культур, а также отдельно группы зерновых культур сглажены с помощью уравнения параболы второго порядка.

По отрезкам кривых за 1963—1967 гг. определены показатели среднегодовых темпов прироста урожайности во всех районах. Их величины оценены по пятибалльной шкале: в 5 баллов оценивались самые высокие, а в 1 балл — самые низкие темпы прироста урожайности.

Таблица 6

**Характеристика агрохимических свойств почв и динамика эффективного плодородия
(пояснение схемы агрохимического районирования территории УССР)**

Природная зона	Подзона, провинция, подпровинция	№ агрохимического района на схеме	Оценка в баллах						
			динамика эффективного плодородия почв		содержание гумуса	подвижные формы		поглотительная способность	рН солевой
			основной производуший зерновых и технических культур	подгруппы зерновых культур		фосфора	калия		
Полесье	Западное	1	2—1	2—1	1	2—1	1—2	1—3	4—2
		2	4	2	1—3	2—3	1—2	1—3	3—4
		3	4	3—4	1—3	2—4	2—1	1—3	6—4
	Правобережное	4	1	1	1—2	2—1	2—1	1	3—4
		5	1	1	1	1	1—2	1—2	3—2
	Левобережное	6	2	2	1	2—1	2—3	2—3	4—5
		7	2—4	2	1—2	2—1	2—1	1—2	3—5
		8	2—4	2	1—2	1—2	1—2	1—2	3—2—4
		9	2	2	1	2—3	2—1	1	2—4
Лесостепь	Западная (псевдолесостепь)	10	4	3	2—3	2—5	3—2	2—3	5—6
		11	1—3	3	2—3	2—3	2—3	3—2	5—4
		12	4—3	4	3—4	5—4	2—3	3—2	5—6
	Западная	13	5	4—5	4—3	3—2	3—2	3—2	4—5
		14	5—4	4	4	5	3	3—4	6—5
	Западная	15	5—4	5—4	3—4	3—4	3—4	4—2	5—4
		16	4—5	4	3—4	5	2—3	3	2—5
	Правобережная	17	4	2	3—4	5—3	3	3—4	4—6
		18	3	4	4—2	4—3	3—2	3—4	6—5
		19	4	3—4	4—3	4—5	3	4—3	6—5
		20	4	3—2	2	2—3	3—2	2	4
		21	2	1	4—3	4—3	4—3	4—3	6—4
		22	4	2	4—3	4—3	4—3	5—3	6—5
		23	4	3—2	2—3	3—4	3—2	4—3	6—5
		24	2	1	4—5	3—4	5—4	2	6—5
	Левобережная	25	2—4	3	1—3	2—1	3—2	1—3	5—6
		26	3—2	2—3	3—4	5—2	2—3	3—4	6—5
		27	3—2	3—3	4—3	3—4	3—4	4—3	4—6—5
		28	3	3	4	4—1	3	4—2	6
		29	3	3—2	4	3—5	4—5	4—3	6—5
		30	3	3—2	5—3	2—3	5	4	6—5
		31	4	3	4	4—3	3	4—3	6
		32	4—3	3	4	5	4—3	4—3	6
Степь	Северная правобережная	33	3	3—2	5—4	4	5—4	5—4	6
		34	3	3	4—5	4—3	4	4—5	6
		35	3	2—1	5—4	4—3	5—4	4—5	6

Табл. 6 (окончание)

Природная зона	Подзона, провинция, подпровинция	№ агрохимического района на схеме	Оценка в баллах							
			динамика эффективного плодородия почв		содержание гумуса	подвижные формы		поглотительная способность	рН солевой	
			основной продукцию зерновых и технических культур	подгруппы зерновых культур		фосфора	калия			
Степь	Северная правобережная	36	3	3—2	4	4	4	4	6	
		37	3	3—2	4—3	4—5	3	4	6	
		38	3	2	4	5	4	4	6	
	Северная левобережная	39	3	2—1	5—4	3—4	5—4	5—4	6	
		40	3	1	5	3	5	5	6—4	
		41	1—3	1—2	4—3	5—4	5—4	4—5	6	
		42	1	1	5	3	5	5—3	6	
		43	1	1	5—4	3—2	5—4	5—4	6—4	
		44	1	1	4—3	4—2	5—4	4—5	5—6	
		45	1	1	4—5	4—3	5	5—4	6—5	
	Южная правобережная	46	1	1	4	4	3	4	6	
		47	4	2	3—4	4—3	3—4	4	6	
		48	3	3	4—3	4—5	3—5	4—3	6	
		49	3	3	4	4	3	4	6	
	Южная левобережная	50	3	4—3	3—4	4—5	3—4	4—3	6	
		51	3	4—2	4—3	4—5	3	4—3	6	
		52	1—3	1	4	5—4	3	4	6	
	Крымск. з.	53	3	4—2	3—4	5—4	4—5	4—3	6—4	
		54	3	3	2	4	5	4	6	
		55	3	3	3	1—2	5—4	4	6	
Прикарпатье		56	1	1—2	3—2	3—2	2—4	2—1	2—1	
		57	1—2	1	4—3	2	2—3	2	1—2	
		58	1	1	3—2	2	4	2	2—1	

Обобщение этих данных проводилось путем нанесения на основу почвенной карты республики и оконтуривания сходных по темпам приростов урожайности обширных территорий. Дальнейшая дифференциация последних осуществлялась с помощью выявленных в процессе крупномасштабного обследования и обобщенных показателей агрохимических свойств почв. Показатели содержания гумуса, суммы поглощенных оснований, обеспеченность подвижными формами фосфора и калия также оценивали по пятибалльным шкалам.

По показателям природно-экономического характера на территории республики было выделено 58 районов (рис. 1, табл. 6). Данное обобщение можно рассматривать как первую попытку осуществления агрохимического районирования территории. В соответствии с приведенными в нем характеристиками районов представляется возможным дифференцировать распределение основных средств интенсификации производства, и в частности минеральных удобрений. Правомерность этого подтверждается и практикой

мирового земледелия. По приводимым Н. Н. Барановым (1964) и И. С. Кувшиновым и др. (1966) данным зарубежных ученых, в Западной Европе и США на долю удобрений в приростах урожайности приходится 41—50 %. Н. Н. Баранов (1964) считает, что в нашей стране доля удобрений в приростах урожайности колеблется в зависимости от природных условий в пределах 45—85 %.

Установленные отклонения показателей атмосферного увлажнения от многолетней нормы в основном не сказались на темпах роста урожайности. Засушливым районам юго-востока (Донецкая, Ворошиловградская, Запорожская области), несмотря на существенное увеличение атмосферного увлажнения, сопутствовали самые низкие темпы роста урожайности. При этом, несмотря на проявление тенденций к понижению выпадения осадков, в западной лесостепи наблюдаются самые высокие приrostы урожайности. Если в первом районе урожайность изменяется по выпуклой, т. е. прогрессивно затухающей, кривой, то во втором — по вогнутой, прогрессивно возрастающей кривой. Использование в регрессионном анализе 15-летних данных позволило получить в основном характерные для природных условий каждого района кривые динамики урожайности и на их основе определить соответствующие показатели ее темпов роста.

В западных провинциях всех районов наблюдаются удовлетворительные или очень высокие темпы прироста урожайности. Их величины в основном находятся в прямой зависимости от общего плодородия почв и их физико-химических свойств. В правобережье медленные темпы роста характерны для дерново-подзолистых песчаных и глинисто-песчаных почв. От них к районам средних суглинков наблюдается последовательное повышение темпов роста урожайности. Они удовлетворительны в степных районах этой провинции, а также во влажных районах левобережной провинции (Полесье, лесостепь). В засушливых — степных районах рост урожайности небольшой или даже отсутствует.

Приведенные выше данные показывают, что на Украине эффективное плодородие различных почв с течением времени меняется. Не отличается постоянством и зависимость урожая сельскохозяйственных культур от природных условий. Меняются также в каждом регионе порядок минимумов, эффективность удобрений, обеспеченность производственными ресурсами и другие показатели. Отсюда вытекает, что величины, положенные в основу приведенного выше районирования, не являются постоянными, извечными, данными раз и навсегда; они должны систематически обновляться. Поэтому подобные районирования, выполненные для удовлетворения запросов производства на основе учета экономических и природных (экологических) факторов, необходимо время от времени корректировать, обновлять.

ЛИТЕРАТУРА

- Балашов Л. Л. География действия навозного удобрения. — Удобрение и урожай, 1930, № 11—12.
- Баранов Н. Н. Экономика использования удобрений и гербицидов. М., «Колос», 1964.
- Кувшинов И. С., Горланов И. А., Назаренко В. И., Утехин А. Г. Мировое сельское хозяйство. М., «Колос», 1966.
- Кузьмичев В. П. Эффективность удобрений в производственных условиях Украины. В сб. «Агрохимия и почвоведение», вып. 6. Киев, «Урожай», 1967.
- Кузьмичев В. П. Эффективность удобрений в производственных условиях Украины. — В кн. «Математические методы оптимизации химизации и агрохимического обслуживания сельского хозяйства». М., 1968.
- Кузьмичев В. П. Урожайність сільськогосподарських культур на ґрунтах України залежно від змін клімату. Зб. «Агрохімія і ґрунтознавство», вип. 16. Київ, «Урожай», 1971.
- Эффективность и способы применения минеральных удобрений на Украине. Киев, «Урожай», 1968.

БИОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОСНОВНЫХ ТИПОВ ПОЧВ УКРАИНЫ

Почвообразование и плодородие почвы неразрывно связаны с постоянно протекающими в ней биохимическими процессами, среди которых первостепенное значение имеет разложение растительных остатков и корневых выделений, в результате чего накапливаются минеральные и органические питательные вещества. Характер этих процессов, их интенсивность определяются гидротермическими и почвенными условиями.

Для оценки интенсивности и направленности физиолого-биохимических процессов, протекающих в почве, в агрохимической и микробиологической практике широко используется определение величины аммонификационной и нитрификационной способности. В последнее время большое внимание уделяется изучению содержания аминокислот в почве, которые являются неотъемлемым элементом биодинамики азота. Особенно же широко в качестве показателя биохимических процессов используются данные по ферментативной активности почв. Известно, что интенсивность процесса аммонификации зависит от отношения азота к углероду в органическом веществе, а также от гидротермических условий. Аммонификация протекает в аэробных и анаэробных условиях.

Каждому типу почв соответствуют свои особенности процесса нитрификации. Высока энергия нитратонакопления в черноземе, ниже она в лесных почвах и наименьшая в подзолистых (Корсакова, Швецова, 1927). Обработка почв и внесение удобрений благоприятствуют нитрификации (Шульгина и др., 1930). Нитрификационная способность почв более теплого климата выше, чем почв, формирующихся в более суровых температурных условиях (Теплякова, 1958; Мишусгин, 1958).

Способность почв Украины к нитратонакоплению изучалась А. М. Гринченко и др. (1965), И. А. Власюком (1955), В. И. Канивцом (1966а) и др. Наиболее широкие исследования в географическом аспекте выполнены Н. Б. Вернандер (1946). Аминокислоты, находящиеся в почве, относят также к мобильным формам азота (Ратнер и др., 1956), и поэтому изучение их представляет большой интерес с точки зрения почвенного плодородия (Ивашкевич и др., 1962; Mazyr, 1963; Paul, Schmidt, 1961, и др.). Почвы Украины в этом отношении исследованы весьма слабо (Мамченко, 1970а; Асеева и Великжанина, 1966).

Целлюлозолитическая активность почвы интересует исследователей как процесс, в результате которого в почвах разлагается огромное количество клетчатки растительных остатков; он интенсивно изучается сравнительно недавно, со времени появления метода И. С. Вострова и А. Н. Петровой (1961).

Исследованиями отечественных и зарубежных ученых убедительно доказано, что почвам в естественных условиях присущ определенный энзиматический уровень. В его создании принимают участие расщепления (Купревич, 1954), микроорганизмы (Петerson, 1961; Михновская, 1968) и животные, активно перерабатывающие почву (Kiss, 1957; Kozlov, 1965).

Поскольку почвенные ферменты имеют биологическое происхождение, определение их активности в почве широко используется для оценки биологической активности почвы и ее изменений под влиянием удобрений, гер-

бицидов, способов обработки и т. д. не только микробиологами, но и агронимиками.

Наши исследования были посвящены выявлению активности трех ферментов из группы гидролаз. Первый из них — инвертаза. Это широко распространенный представитель группы карбогидраз, участвующих в трансформации углеводов в почве. Определяя активность инвертазы, мы можем получить представление об активности карбогидраз в почве (Галстян, 1961). По активности инвертазы можно судить и о скорости минерализации безазотистых веществ в почве (Александрова, 1959).

Значительный вклад в изучение почвенной инвертазы внесли В. Ф. Купревич с сотр. (1966), Гофман (Hoffman и Seegerer, 1951), А. Ш. Галстян (1957, 1961), Кисс (Kiss, 1958) и др.

Разложение фосфорорганических соединений осуществляется под влиянием ряда специфических и неспецифических ферментов. На заключительном этапе минерализации всех форм органофосфатов участвует фосфатазный комплекс (Девидсон, 1952). На Украине фосфатазную активность почв изучали И. А. Геллер и др. (1961), Е. К. Дубовенко (1964), А. Д. Михновская (1966, 1970).

В настоящей работе представлены результаты изучения интенсивности и направленности ряда агрономически важных биохимических процессов, протекающих в главнейших видах почв Украины, полученные нами в течение 1968—1970 гг. В работе выявляются взаимосвязи между биохимическими свойствами и генетической природой почв. Исследовалась нитрификационная и аммонификационная способность, целлюлозолитическая активность (Востров и Петрова, 1961), содержание свободных аминокислот (Мамченко, 1970) и активность трех гидролаз — инвертазы, фосфатазы и протеазы (Галстян, 1965).

АММОНИФИКАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ПОЧВ

Содержание обменно-поглощенного аммиака в почвах Украины составляет 3—5 мг на 100 г почвы. Более низким содержанием аммиака (2—3 мг на 100 г) характеризуются глубокие горизонты оподзоленных и буро-подзолистых почв, которые бедны органическим веществом. Большое количество поглощенного аммиака (10 мг на 100 г и более) содержат дерновые горизонты целинных почв, богатые растительными остатками и гумусом.

Все изучавшиеся почвы Украины обладают высокой аммонификационной способностью (табл. 1). Тем не менее заметна тенденция к уменьшению энергии накопления аммиака от черноземов мощных (62—77 мг на 100 г¹) к черноземам обыкновенным (56—60 мг на 100 г), за исключением чернозема обыкновенного Синельниковской опытной станции. По-видимому, это связано с меньшим содержанием питательных веществ, в частности органических, в черноземах обыкновенных, что сказывается на развитии аммонификаторов.

Оподзоленные лесостепные почвы накапливают столько же аммиака, сколько черноземы мощные (62—80 мг на 100 г почвы), целинные — даже несколько больше. Еще выше аммонификационная способность у подзолисто-бурых и буро-подзолистых оглеенных почв (70—78 мг на 100 г почвы). Указанные почвы характеризуются реакцией среды от слабощелочной до сильнокислой. Следовательно, такая реакция среды не лимитирует процесса аммонификации. Это обусловлено тем, что аммонификация осуществляется широким микробным спектром и грибами.

Среди генетических горизонтов наиболее высоким содержанием и накоплением аммиака характеризуются дерновые горизонты целинных, степных и приподстилочные горизонты целинных лесных почв, что связано, по на-

¹ По средним данным компостиования почвы с 1% пентона.

Таблица 1

Физико-биохимическая активность главнейших почв Украины

Глубина, см	Гу- мус, %	Подвижная Р ₂ O ₄ по Кирсанову мг/100 г почвы	рН вод- ный	накопление азота, мг/100 г почвы		Целлюло- золитиче- ская ак- тивность (убыль ткани в весе, %)	Ферментативная активность почв (среднее из 6 определений)		
				аммиачного, 1970 г	нитратного среднее за 1969— 1970 гг.		инвертаз- ная, мг инверти- ного сахара на 1 г почвы за сутки	фосфатаз- ная, мг Р ₂ O ₄ на 100 г почвы за час	протеаз- ная, мг тироэзина на 100 г почвы за сутки
Разрез 1м. Чернозем мощный среднегумусный, целина «Михайловская степь»									
0—10	9,40	3,3	6,6	76,7	8,1	—	40,2	69,1	97,7
10—20	6,60	3,3	6,8	44,8	6,0	—	26,7	56,3	75,8
30—40	4,90	3,4	7,3	42,0	3,8	—	17,2	45,0	30,0
Разрез 2м. Почва та же, озимь									
0—25	5,40	4,9	8,0	—	7,1	—	18,9	29,7	37,6
30—40	4,68	3,5	—	—	5,8	—	16,4	41,0	30,6
Разрез 3м. Чернозем мощный среднегумусный, озимь. Ивановская опытная станция									
0—25	5,20	2,8	7,2	66,2	3,1	26,3	11,9	21,4	20,8
30—40	4,68	2,8	7,0	63,3	3,3	23,6	12,3	18,3	18,0
Разрез 4м. Чернозем обыкновенный малогумусный, целина. «Каменные могилы»									
0—10	6,05	1,9	7,6	58,9	5,8	32,8	37,5	71,5	65,6
10—20	4,99	2,0	7,7	61,6	5,3	30,1	31,8	68,4	36,1
30—40	3,85	1,7	7,6	60,0	3,4	25,0	18,1	61,6	17,1
Разрез 5м. Чернозем обыкновенный малогумусный, озимь. Розовская опытная станция									
0—25	4,03	4,5	7,2	56,6	5,9	30,5	9,1	22,0	13,1
30—40	2,90	3,8	7,4	57,5	3,2	15,1	6,6	28,9	9,8
Разрез 6м. Чернозем обыкновенный среднегумусный, озимь. Синельниково, опытная станция									
0—25	6,50	2,3	6,2	65,5	3,4	17,6	13,8	12,1	15,0
30—40	3,82	2,8	—	7,6	2,1	8,0	13,0	26,3	10,9
Разрез 7м. Чернозем обыкновенный среднегумусный, яровые. Донецкая противоэррозионная станция									
0—25	5,50	4,1	—	59,5	4,0	—	9,5	26,5	19,6
30—40	4,80	3,7	—	60,2	2,6	—	7,5	32,5	11,6
Разрез 8м. Темно-каштановая почва, целина. Аскания-Нова									
0—25	3,86	3,2	7,2	—	4,8	—	38,2	41,5	52,9
25—40	2,31	—	—	—	5,3	—	11,8	47,5	36,8
Разрез 9м. Почва та же, озимь									
0—25	3,00	4,1	7,2	—	6,2	—	17,0	10,2	20,0
25—40	1,76	—	—	—	5,3	—	11,6	29,0	16,0
Разрез 6. Чернозем оподзоленный, озимь. Обертин, Ивано-Франковская обл.									
0—25	3,45	—	5,6	—	4,7	—	18,3	17,5	16,5
25—35	2,05	—	5,8	—	0,1	—	7,7	0,9	11,1

Табл. 1 (продолжение)

Глубина, см	Гу- мус, %	Подвижная P_2O_5 , по Кирсанову мг/100 г почвы	рН вод- ный	Накопление азота, мг/100 г почвы		Целлюло- зитиче- ская ак- тивность (убыль ткань в весе, %)	Ферментативная активность почв (среднее из 6 определений)		
				аммиачного, 1970 г.	нитратного, среднее за 1969— 1970 гг.		инвертаз- ная, мг инвертно- го сахара на 1 г почвы за сутки	фосфатаз- ная, мг P_2O_5 на 100 г почвы за час	протеаз- ная, мг тироэзина на 100 г почвы за сутки

Разрез 44. Темно-серая оподзоленная, лес. Дергачи, Харьковская обл.

0—5	6,54	1,5	6,3	76,1	4,7	61,9	15,5	15,6	103,2
10—15	3,82	0,9	6,0	62,1	2,9	53,1	5,1	2,7	47,8
30—40	2,53	2,9	6,1	55,0	0,2	15,3	2,0	0,0	10,9

Разрез 45. Почва та же, озимь

0—20	2,18	2,0	5,9	69,7	2,5	17,1	14,5	1,5	28,7
30—40	0,85	2,7	—	64,2	0,3	3,6	9,9	0,9	17,5

Разрез 47. Темно-серая лесная оподзоленная лес, с. Тлумач, Ивано-Франковская обл.

0—10	3,98	1,2	6,3	78,6	9,9	25,9	10,0	0	110,9
30—40	2,24	0,3	5,3	67,2	0,2	2,6	1,3	0	35,0

Разрез 46. Почва та же, озимь

0—28	2,64	0,9	6,1	80,5	3,8	18,3	6,0	0	29,5
30—40	1,81	1,5	5,8	69,6	0,2	0,8	1,3	0	20,7

Разрез 10м. Дерново-среднеподзолистая супесчаная, лес, у г. Мена, Черниговская обл.

0—3	3,37	3,3	5,0	65,0	1,1	—	8,0	0	86,0
3—17	1,85	3,6	5,4	53,8	0,2	—	3,3	0	20,8
25—35	0,55	3,4	—	44,0	Сл.	—	2,0	0	11,4

Разрез 11м. Почва та же, озимь

0—25	1,17	2,5	5,7	56,2	1,3	—	11,2	0	22,5
30—40	0,35	3,7	—	40,5	0,2	—	1,9	0	3,9

Разрез 15. Темно-бурая лесная, лес, с. Ясиня, Закарпатская обл.

0—3	14,96	1,0	4,5	—	Сл.	17,5	39,4	18,0	25,7
3—10	6,78	0,2	5,2	—	0,1	3,9	11,1	6,3	24,6

Разрез 14. Почва та же, овес.

0—22	5,65	—	4,6	—	0,2	20,0	27,5	5,4	16,0
25—35	2,43	—	4,8	—	Сл.	7,5	14,4	0	14,4

Разрез 5. Подзолисто-бурая поверхности-глееватая, лес, у г. Мукачево

0—3	5,40	0,5	4,6	70,2	0,2	22,0	84,3	9,5	75,8
5—15	1,99	0,6	4,8	71,2	Сл.	6,2	75,6	0	30,7
30—40	0,61	0,2	5,0	58,4	Сл.	4,8	4,7	0	18,5

Разрез 4. Лугово-бурая лесная глееватая, лес, у г. Мукачево

0—3	5,91	1,8	5,4	—	0,2	21,2	47,8	5,0	70,4
3—10	2,88	0,5	5,1	—	0,1	14,6	35,8	0,9	20,1

Табл. 1 (окончание)

Глубина, см	Гу- мус, %	Подвижная P_2O_5 по Кирсанову мг/100 г почвы	рН вод- ный	Накопление азота, мг/100 г почвы		Целлюло- золитиче- ская ак- тивность (убыль ткани в весе, %)	Ферментативная активность почв (среднее из 6 определений)		
				аммиачного, 1970 г.	нитратного, среднее за 1969— 1970 гг.		инвертаз- ная, мг инвертно- го сахара на 1 г почвы за сутки	фосфатаз- ная мг P_2O_5 на 100 г почвы за час	протеаз- ная, мг тироэзина на 100 г почвы за сутки
Разрез 1. Почва та же, озимь									
0—25	3,00	3,3	6,50	65,3	3,8	42,7	15,8	2,3	31,1
30—40	1,60	0,5	5,40	42,1	0,7	11,3	2,0	0	8,9
Разрез 9. Буро-подзолистая поверхностино-глеевая, лес. Лесная слободка, Ивано-Франковская обл.									
0—4	8,72	0,9	3,7	72,6	0,2	14,0	63,0	9,0	24,3
5—15	4,93	0,3	4,1	69,2	Сл.	5,6	6,5	0	20,7
20—30	1,17	0,3	4,6	57,2	Сл.	1,7	3,3	0	11,5
Разрез 10. Почва та же, дренированная, озимь									
0—24	3,24	0,3	5,1	78,3	2,3	0,7	15,1	0,9	22,8
25—35	0,93	0,6	4,8	54,9	0,05	0,0	1,2	0	18,3
Разрез 11. Почва та же, дренированная, озимь									
0—19	2,43	0,8	5,4	83,0	4,4	8,7	8,8	1,8	33,0
19—40	0,52	0,5	5,1	48,2	0,04	4,8	2,1	0	16,7

П р и м е ч а н и е. Прочерк в графах свидетельствует об отсутствии определений, ноль — об отсутствии данного качества.

шему мнению, с хорошей обеспеченностью этих горизонтов питательными веществами и растительными остатками.

Интенсивность процесса аммонификации по профилю разных типов почв заметно отличается. В черноземах она практически не изменяется до глубины 40 см, что обусловлено высокой биологической активностью этих почв. В темно-серых лесных оподзоленных, а особенно в буро-подзолистых и подзолисто-бурых оглеенных почвах в подпахотном горизонте она заметно падает (на 10 мг в первых и на 10—20 мг на 100 г почвы в последних). Глубокие элювиальные и иллювиальные горизонты очень бедны питательными, и в частности органическими, веществами, что снижает интенсивность микробиологических процессов. Однако даже в этих горизонтах процессы остаются довольно интенсивными, что обусловлено легкой доступностью для микроорганизмов белковых и других азотистых веществ растений и животных.

НИТРИФИКАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ПОЧВ

Нитрификационная способность как показатель, отражающий способность почв к накоплению подвижного азота, зависит от реакции среды в большей мере, чем от влияния агротехнических и других факторов.

Черноземы, темно-каштановые почвы, а также темно-серые лесные оподзоленные и буроватые со слабокислой реакцией обладают значительной нитрификационной способностью (табл. 1). Следует отметить тенденцию к увеличению указанного показателя с севера на юг, от черноземов мощных (с. Ивановка, 3—3,5 мг азота на 100 г почвы) к черноземам обыкновенным (4—6 мг на 100 г) и к темно-каштановым почвам (5—6 мг на 100 г).

В почвах черноземного типа нитрификационная способность слабо изменяется с глубиной. В оподзоленных лесостепных и буровоземных почвах с глубиной нитрификационная способность резко падает (до 0,1—0,5 мг азота на 100 г почвы на глубине 30—40 см).

Распахиваемые лесостепные оподзоленные почвы обладают пониженной нитрификационной способностью. По-видимому, это связано с падением содержания гумуса при длительном сельскохозяйственном использовании. Безусловно, это не относится к окультуренным, хорошо удобляемым почвам.

Интенсивность процесса нитрификации в почвах в сильной степени зависит от реакции среды. Роль этого фактора особенно проявляется в буровоземных почвах, характеризующихся большими колебаниями рН. Почвы с реакцией среды выше 5,5—5,4 обладают высокой нитрификационной способностью. С понижением рН нитрификационная способность явно снижается, при рН 5,0 она уже довольно слабая, а при рН 4,8 — едва заметная или отсутствует. Эти данные подтверждают наши выводы, полученные ранее (Канивец, 1966а).

Характерно, что при рН ниже 4,8 в почвах почти всегда обнаруживается некоторое количество нитратов (следы — 0,2 мг азота на 100 г почвы). Компостирование обычно не приводит к накоплению нитратов. Природа нитратов, которые обнаруживаются в этих почвах, не установлена.

В буровоземных почвах еще резче, чем в лесостепных оподзоленных, проявляется снижение нитрификационной способности в глубоких горизонтах. Даже в почвах, где нитрификационная способность в пахотном горизонте достаточно высока, в подпахотном она едва проявляется. Это связано с резким снижением всех биологических показателей (содержания органического вещества и других питательных веществ, численности микроорганизмов и т. д.) в подгумусовых горизонтах буро-подзолистых и подзолисто-бурых оглеенных почв (Канивец, 1966б).

РАЗЛОЖЕНИЕ КЛЕТЧАТКИ

Результаты исследования целлюлозолитической активности почв Украины (см. табл. 1) свидетельствуют о том, что по глубине активного горизонта разложения целлюлозы почвы разделяются на две группы — группу черноземных почв и группу лесостепных оподзоленных и буровоземных. Черноземы характеризуются глубоким (до 80 см) активным горизонтом. В серых лесных и особенно буровоземных почвах активным является только верхний, гумусовый горизонт. В элювиальном и иллювиальном горизонтах интенсивность разложения клетчатки резко падает, иногда в десятки раз.

Такое распределение целлюлозолитической активности связано с содержанием питательных веществ. Легко устанавливается прямая зависимость между содержанием питательных веществ, в частности азота, и степенью развития процесса разложения клетчатки.

Среди черноземных почв наблюдается тенденция к усилению процесса разложения клетчатки от черноземов мощных к черноземам обыкновенным. В пахотном слое черноземов в связи с его иссушением целлюлозолитический процесс ослабляется от весны к лету и осени; в подпахотном горизонте, наоборот, летом процесс разложения клетчатки усиливается, так как этот горизонт прогревается значительно позже пахотного.

Среди оподзоленных лесостепных почв более активными в отношении разложения клетчатки являются целинные разновидности. При распахивании в этих почвах значительно (иногда в несколько раз) уменьшается количество питательных веществ, в том числе азота (см. табл. 1), в связи с чем тормозится развитие целлюлозоразрушающих микроорганизмов. Буровоземные оподзоленные оглеенные почвы обладают еще более коротким активным горизонтом, чем оподзоленные почвы лесостепи, и очень низкой активностью нижних горизонтов.

Необходимо отметить, что полученные данные целлюлозолитической активности хорошо согласуются с данными А. А. Образцовой и В. М. Канивца (1970) по общей численности микроорганизмов в профилях почв Украины.

Среди почв Карпатского региона наивысшая целлюлозолитическая активность присуща лугово-буровой глеевой почве Притиссенской низменности (до 60% разложения полотна ткани за 60 дней экспозиции). Это связано с благоприятными азотным режимом и гидротермическими условиями.

Среди почв плакорных условий залегания более активной является подзолисто-бурая поверхностью-глееватая почва закарпатских предгорий. Однако и в этой почве активен только маломощный (0—4 см) приподстилочный горизонт (до 30% разложения полотна за 60 дней).

Буро-подзолистые поверхностью-глеевые почвы Прикарпатья характеризуются еще меньшей интенсивностью целлюлозолитического процесса. Это связано с худшими питательным и гидротермическим режимами. Особенно низкая активность процесса разложения клетчатки отмечается в распахиваемой неокультуренной почве. Распахивание почв без внесения удобрений сопровождается резким снижением содержания питательных веществ в них, что и явилось причиной столь низкой целлюлозолитической активности.

Низкой целлюлозолитической активностью характеризуются темно-бурые лесные почвы. Убыль полотна в весе за 60 дней экспозиции не превышает 20%. Описываемая разновидность бурых лесных почв залегает в высоком холодном поясе, в связи с чем разложение клетчатки заторможено. Кроме того, отрицательно оказывается также и небольшое содержание питательных веществ в почве.

ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ

Почвы, различные по генезису и свойствам, имеют и различные уровни активности инвертазы. Высокими показателями активности указанного фермента характеризуются черноземные почвы. Наибольшая активность фермента, составляющая 37,5—40,2 мг инвертированного сахара на 1 г почвы за сутки, обнаружена в верхнем (0—10 см) слое целины, обогащенном свежеразлагающейся органикой разной степени гумифицированности (см. табл. 1). Показатели инвертазной активности для этого горизонта у черноземов мощного и обыкновенного и темно-каштановой почвы близки. При переходе на глубину 30—40 см активность инвертазы снижается в 2—3 раза. На этой глубине вдвое падает и содержание гумуса.

Распашка этих почв приводит к снижению инвертазной активности в верхнем 20-сантиметровом слое в 2—4 раза по сравнению с целиной и к выравненности ее показателей по всему почвенному профилю. Характер изменений инвертазной активности при окультуривании почв находится в соответствии с изменением количества и распределения гумуса. Распашка целинной почвы приводит к быстрой минерализации органики, скопившейся в поверхностном слое; содержание гумуса в нем снижается и почва оказывается равномерно гумусированной до глубины 40 см.

Активность инвертазы имеет высокую положительную корреляцию с содержанием органического вещества (Чундерова, 1968), поэтому становятся понятными указанные выше различия в уровне инвертазной активности целинных и обрабатываемых почв. Почвы в пределах одного подтипа также различаются по инвертазной активности. Так, у чернозема мощного Ивановской опытной станции она ниже, чем у чернозема, взятого вблизи Михайловской целины. Очевидно, это объясняется большей выпаханностью первой почвы в связи с более ранним введением ее в сельскохозяйственное использование и, следовательно, снижением содержания органических веществ. Исследованиями А. М. Гринченко и др. (1965) показано, что с введением целин-

ной почвы в сельскохозяйственное использование происходит уменьшение содержания в ней гумуса и азота. Показатели их тем ниже, чем дольше в использовании находится почва. Почвы с повышенной инвертазной активностью, как правило, обладают повышенными показателями нитрификационной способности.

Инвертазная активность оподзоленных почв снижается с увеличением степени выраженности подзолистого процесса. Об этом свидетельствует разница в активности инвертазы у темно-серых лесных оподзоленных почв, расположенных в различных почвенно-климатических районах (ср. разрезы 46 и 47 с 44 и 45). У почв в естественном состоянии повышенной инвертазной активностью характеризуется верхний (0—5, 0—10 см) слой, где сосредоточены лесной опад и продукты его трансформации. Глубже активность снижается в 3—8 раз, причем чем сильнее выражен в почве подзолистый процесс, тем резче падение уровня инвертазной активности с глубиной.

Особо следует отметить буровоземные почвы, которые характеризуются весьма высокой инвертазной активностью. У подзолисто-бурых (разр. 5) и буро-подзолистых (разр. 9) поверхностно-оглеенных почв в естественном состоянии в верхнем 15-сантиметровом слое почвы активность инвертазы составляет 63,0—84,3 мг инвертированного сахара на 1 г почвы за сутки, что значительно превышает активность этого фермента в черноземных почвах. Несколько уступает им по инвертазной активности лугово-бурая лесная почва (разр. 4), залегающая в местах с близкими к поверхности грунтовыми водами. Здесь весной наблюдается переувлажнение верхнего слоя почвы, что снижает ее биогенную, в том числе и активность инвертазы. После подсушивания почвы активность инвертазы увеличивается. У отмеченных буровоземных почв, так же как и у подзолистых, активность инвертазы на глубине 20—40 см в десятки раз снижается по сравнению с верхним слоем; на этой глубине снижается и содержание гумуса.

В ряду буровоземных почв несколько обособленно стоит бурая лесная почва (разр. 15), расположенная в зоне более сурового климата, затормаживающего биологические процессы.

Среди распахиваемых вариантов буровоземных почв активность инвертазы в слое 0—25 см также высокая (27,5—15,8 мг инвертированного сахара на 1 г почвы), что соответствует активности черноземных почв или даже превышает их. Относительно высокая активность инвертазы в верхней горизонте буровоземных почв определяется их высокой биогеннойностью, а также, очевидно, особым состоянием органического вещества. Гумус в них фульватного типа, с весьма высокой подвижностью. Выше указывалось на высокую степень корреляции между содержанием гумуса в почве и активностью инвертазы (Чундерова, 1968). Наши данные позволяют предположить, что имеет значение не только количество, но и качество гумусовых веществ.

При определении фосфатазной активности почв мы пользовались 10%-ным раствором фенолфталеинфосфата натрия, приготовленным на аммиачном буфере с pH 10, поэтому полученные нами данные характеризуют активность комплекса щелочных фосфатаз. Активность последних у почв дернового типа почвообразования довольно высока. В ряде целинных почв наибольшие значения фосфатазной активности обнаружены у чернозема обыкновенного. По нашему мнению, это объясняется реакцией почвы. У черноземов обыкновенных pH наиболее высокий (7,6—7,7) и ближе всего соответствует оптимуму для проявления активности исследованных фосфатаз. У чернозема мощного pH заметно ниже (6,6—6,8).

Темно-каштановая почва уступает черноземам по фосфатазной активности. Вероятно, это связано с уменьшением запасов органического вещества. Величина фосфатазной активности в распахиваемых почвах ниже, чем в целинных аналогах.

Различия в фосфатазной активности в исследуемом ряду обыкновенных черноземов согласуются с содержанием подвижного фосфора в почве: наименьшее содержание фосфора обнаружено в почве из с. Синельникова, где фосфатазная активность самая низкая.

Для обыкновенных черноземов и темно-каштановой почвы характерно своеобразное распределение фермента по профилю — максимальная активность его приурочена к глубине 30—40 см. Если у первых оно обнаружено только среди распахиваемых почв, то у темно-каштановой — также и в целинном состоянии. Причина подобного явления нам не ясна. Аналогичные данные для профиля мощного чернозема приводит И. В. Ярошевич (1968).

Оподзоленные и буровземные почвы характеризуются крайне низким уровнем фосфатазной активности, который у подзолистых почв тем ниже, чем четче выражен подзолистый процесс. С глубиной фосфатазная активность также резко падает.

Аналогичную закономерность в почвах Башкирии наблюдала М. Н. Бурангулова (1968). Очевидно, объяснение этого факта следует искать в неблагоприятном интервале рН в подзолистых и буровземных почвах. Е. К. Дубовенко (1964) установила, что черноземным почвам свойственна более высокая активность щелочной и нейтральной фосфатаз, тогда как в оподзоленных почвах активнее кислая фосфатаза.

Величина активности протеазы характеризует потенциальную способность почв к гидролизу белковых соединений. Среди почв дернового типа почвообразования на первом месте по активности протеазы находится чернозем мощный. Снижается она к югу и наиболее низка у темно-каштановой почвы.

Высокой протеолитической активности дерновых почв соответствует значительное содержание свободных аминокислот в них (табл. 2) и высокая аммонификационная способность, причем их распространение в почвах совпадает с изменением величин протеолитической активности. Указанное совпадение свидетельствует о том, что черноземные почвы характеризуются высоким уровнем протеолиза в естественных условиях, в результате чего в почве накапливаются аминокислоты и аммиак.

Оподзоленные почвы также характеризуются весьма высоким уровнем протеолитической активности. По этому показателю они близки к черноземам мощным или даже превосходят их. Выше для них была отмечена значительная способность к накоплению аммиака. Однако свободных аминокислот в оподзоленных почвах значительно меньше, чем в черноземных, т. е. потенциальная способность первых к протеолизу и аммонификации высока, но в естественных условиях протекание этих процессов заторможено и общий уровень биологической активности здесь ниже, вследствие чего менее активен и биосинтез аминокислот.

Так же как и у черноземов, обрабатываемые варианты оподзоленных почв отличаются меньшей активностью протеазы в верхнем горизонте, но большей ее выравненностью по профилю до глубины 40 см.

Бурые лесные почвы характеризуются значительной протеолитической активностью. Наиболее высока она в верхних 3 см подзолисто-бурых почвы в естественном состоянии (разр. 5), почти такая же она и у лугово-бурых почвы (разр. 4), и наиболее низкая у темно-бурых лесной (разр. 15). Последняя почва, как отмечалось выше, расположена в более суровых климатических условиях, под еловым древостоем, опад которого имеет иной белковый состав, чем опад широколиственных лесов, покрывающих подзолисто-бурые и лугово-бурые почвы.

Белковый состав разлагающегося органического вещества существенно влияет на активность протеолиза. Высокая активность протеолитических процессов для указанных почв совпадает со значительным содержанием аминокислот в них.

Таблица 2

Содержание свободных аминокислот в основных видах почв Украины (среднее за 1970 г.), мг/кг почвы

Аминокислоты	Чернозем монч- ный		Цирюином- объединен- ный		Таловая		Дерново-средне- подзолистая, г. Менев		Темно-каш- левая		Темно-серая, лес- ная, пос. Дергачи		Буро-подзолистая лесная поверхно- стно-глеевая, г. Кодомы		Подзоли- сто-бурая лес- ная почва на верхност- но-глеева- тая, п. Му- качево, лес дубовый		Лугово-бурая лес- ная глеевая, г. Мукачево		
	с. Михай- ловка	пашня	0—10 см	0—25 см	0—10 см	0—25 см	0—10 см	0—25 см	0—10 см	0—25 см	0—10 см	0—25 см	0—10 см	0—25 см	0—10 см	0—25 см	0—10 см	0—25 см	
Цистин + Лизин + гистидин	С.П. С.Л.	0 С.Л.	С.Л. С.Л.	С.Л. С.Л.	0,4 0,3	С.Л. С.Л.	0,4 0,3	С.Л. С.Л.	2,4 С.П.	С.Л. С.Л.	0,2 С.Л.	0,4 С.Л.	0 С.Л.	0,7 0,6	С.Л. С.Л.	11,2 6,9	С.Л. С.Л.	С.Л. С.Л.	
Аргинин	С.П. С.Л.	1,8 7,0	С.Л. С.Л.	0,1 3,0	0 1,0	0,3 4,4	0,2 1,7	С.Л. С.Л.	0,2 2,6	0,4 1,1	0,8 3,6	0,2 0,2	0,4 13,5	0,4 0,8	1,6 5,7	1,4 1,0	0,4 11,1	0,5 1,9	
Аспартатиновая кислота	С.П. С.Л.	8,8 4,2	С.Л. С.Л.	0,1 2,0	0,1 3,0	0,3 4,4	0,2 1,7	С.Л. С.Л.	0,2 2,6	0,4 1,1	0,8 3,4	0,2 1,5	0,4 2,0	0,4 4,0	1,6 7,6	1,4 2,1	0,4 5,7	0,5 15,6	
Серин	С.П. С.Л.	7,5 9,0	2,8 3,4	1,6 1,5	4,6 4,8	1,7 1,8	1,4 2,8	0,8 1,0	2,9 2,8	1,2 1,2	1,1 1,1	3,7 3,4	2,0 1,8	1,5 1,3	1,2 2,6	4,6 5,1	1,9 1,6	1,4 5,2	
Глицин	С.П. С.Л.	19,0 10,5	10,5 13,2	3,7 5,4	4,2 12,9	1,6 3,6	4,6 5,8	1,7 2,1	2,3 1,5	1,2 2,9	1,1 2,0	3,0 4,0	0,8 0,8	0,4 0,8	1,5 2,1	3,8 7,6	1,4 2,1	1,4 5,7	
Глутаминовая кислота	С.П. С.Л.	11,7 20,0	4,7 8,7	2,0 1,9	7,2 9,3	1,7 3,2	2,6 9,3	0,9 1,4	2,3 1,4	1,3 1,2	1,1 1,2	4,2 3,0	1,6 2,9	0,4 1,2	4,5 3,0	0,8 1,0	4,4 5,8	1,0 1,7	
Тreonин	С.П. С.Л.	6,4 9,2	6,4 5,6	0 2,1	5,6 2,9	0 1,2	5,6 2,1	0 0,6	5,6 3,9	0,4 0,4	0,6 0,6	5,1 5,1	0 0,8	0 2,7	0,4 1,0	0,8 6,2	1,0 0,8	1,7 1,2	
Аланин	С.П. С.Л.	15,4 14,8	5,7 3,2	— —	2,1 2,7	6,2 2,7	2,3 0,9	0,5 0	5,7 1,5	1,1 1,1	0,4 0,4	1,9 1,6	— —	— —	— —	— —	— —	— —	
Пролин	С.П. С.Л.	22,4	9,7	10,3	3,2	6,2 2,7	2,3 0,9	0,5 1,5	8,0 6,4	3,0 1,8	0,4 1,2	2,0 1,8	2,1 1,8	0,5 1,0	0,9 1,0	1,0 1,0	2,2 4,6	1,8 1,2	3,0 4,0
Тирозин	С.П. С.Л.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Триптофан	С.П. С.Л.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Метионин	С.П. С.Л.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Валин	С.П. С.Л.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Фенилаланин	С.П. С.Л.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Лейцины	С.П. С.Л.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Всего	С.П. С.Л.	134,2	58,5	17,3	72,2	24,0	50,8	14,9	33,4	15,1	11,2	46,5	18,4	10,8	28,8	7,9	58,9	14,7	63,5
																		14,6	
																		184,2	
																		24,1	

СВОБОДНЫЕ АМИНОКИСЛОТЫ

Результаты определения содержания свободных аминокислот в почвах приведены в табл. 2. Во всех исследованных почвах обнаружены свободные аминокислоты, всего их идентифицировано 16. Их можно разделить в зависимости от содержания и частоты обнаружения на четыре группы.

В первую группу могут быть включены цистин, пролин, метионин, лизин + гистидин и аргинин, которые содержатся в наименьших количествах, часто в виде следов. Эти аминокислоты встречаются в почвах спорадически и составляют в среднем около 1—2% каждой от суммы всех аминокислот, редко превышая 3%.

Вторую группу аминокислот составляют тирозин, триптофан и фенилаланин, которые также не всегда обнаруживаются в почве, но встречаются значительно чаще, чем аминокислоты первой группы. Данные аминокислоты обнаружены в количестве, не превышающем 5—10% каждой от суммы аминокислот.

В третью группу входят аспарагиновая кислота, серин, глицин и треонин. Они регулярно присутствуют в почве. Их удельный вес приблизительно одного порядка, колебляясь в среднем около 8—10%, иногда достигая 29% от суммы аминокислот.

Четвертую группу составляют глютаминовая кислота, аланин, лейцины и валин, которые представлены в почвах в максимальных количествах. На их долю приходится 40—77% от суммы аминокислот, за исключением самого верхнего слоя (0—3 и 0—5 см) почв под лесом.

Как видно из данных табл. 2, содержание аминокислот в почвах находится в тесной связи с активностью разложения клетчатки (см. табл. 1). Это указывает на зависимость накопления аминокислот в почве от ее биологической активности (Мамченко, 1969).

Наибольшее количество аминокислот отмечено в целинных и находящихся под лесом почвах; в обрабатываемых аналогах их значительно меньше. Это объясняется в основном тем, что почвы в естественном состоянии намного богаче, чем обрабатываемые, органическим веществом, служащим основой для образования свободных аминокислот. Кроме того, в целинных почвах вследствие значительно менее активных процессов минерализации аминокислоты могут сохраняться дольше и накапливаться.

Среди исследованных почв можно выделить по обеспеченности свободными аминокислотами следующие группы:

а) почвы дернового типа почвообразования (чернозем мощный, чернозем обыкновенный и темно-каштановая почва);

б) оподзоленные почвы (дерново-среднеподзолистая супесчаная, темно-серая лесная оподзоленная);

в) почвы буроземного типа (темно-бурая лесная, буро-подзолистая и подзолисто-бурая лесная поверхностно-глеевая и лугово-бурая лесная глеевая).

По обеспеченности аминокислотами почвы дернового типа располагаются в следующий ряд (по нисходящей): чернозем мощный, чернозем обыкновенный и темно-каштановая почва. Это четко прослеживается как в целинных, так и в распахиваемых почвах. В черноземе мощном найдено почти в 2 раза больше аминокислот, чем в обыкновенном, и в 2,5—3 раза больше, чем в темно-каштановой почве. Это обстоятельство объясняется увеличением процессов минерализации в указанных почвах с севера на юг.

Примечательно, что черноземы мощные Ивановской сельскохозяйственной опытной станции отличаются весьма низким содержанием аминокислот по сравнению с обрабатываемыми аналогами вблизи Михайловского заповедника. Подобное явление наблюдалось и в отношении ферментативной активности этих почв. Оно может быть объяснено, по-видимому, большей степенью выпаханности почв опытной станции.

В почвах дернового типа отмечен наиболее широкий спектр аминокислот. Четвертая группа аминокислот в данных почвах преобладает, ее удельный вес составляет 49—77 % от суммы всех аминокислот.

Относительно высоким содержанием аминокислот характеризуются почвы оподзоленного ряда, хотя они в этом отношении в 1,5—4 раза уступают черноземным почвам. Целинные варианты оподзоленных почв содержат значительно больше аминокислот, чем обрабатываемые.

Темно-серая лесная оподзоленная среднесуглинистая почва под лесом содержит почти в полтора раза больше аминокислот, чем дерново-среднеоподзолистая супесчаная почва. Это объясняется, с одной стороны, качеством лесного опада данных почв (для дерново-подзолистой это еловая хвоя, для темно-серой лесной — дубовый опад), а с другой — разной поглотительной способностью суглинка и супеси, а также менее выраженными процессами выщелачивания в темно-серой лесной почве.

Наиболее обогащен органическим веществом верхний приподстилочный слой почв (0—3 и 0—5 см): он содержит в 2—3 раза больше аминокислот, чем нижележащий слой. Содержание аминокислот в пахотном слое этих почв одного порядка, что может быть объяснено выпаханностью темно-серой лесной почвы. Спектр аминокислот оподзоленных почв близок к таковому у почв дернового типа почвообразования.

Своебразную группу составляют почвы буроземного типа почвообразования. Эти почвы в естественном состоянии находятся под лесной растительностью разного состава, что определяет различное качество лесного опада.

Последнее, а также гидротермические условия сказываются как на биологической активности этих почв, так и на количестве и спектре свободных аминокислот. Для данных почв характерен очень короткий и весьма активный приподстилочный горизонт, богатый аминокислотами, ниже которого содержание их резко снижается.

В верхнем подподстилочном горизонте буроземных почв, за исключением темно-бурых лесной, содержание аминокислот близко к таковому у черноземных почв и значительно выше, чем у оподзоленных. Однако в нижележащем горизонте этот показатель резко снижается.

Среди почв зоны Карпат максимум аминокислот обнаружен в лугово-буровой лесной глеевой почве, сформировавшейся в благоприятных гидротермических условиях под дубовым древостоем, опад которого имеет высокую зольность. Биологическая активность этой почвы особенно высока в связи с нейтральной реакцией (Канивец, 1966б). Обрабатываемый вариант данной почвы вследствие меньшей обеспеченности энергетическим материалом сильно уступает по содержанию аминокислот почве в естественном состоянии.

Как видно из данных табл. 1, биологическая активность подзолисто-буровой лесной поверхности-глееватой почвы также высокая, но она заметно уступает таковой лугово-буровой почвы. В соответствии с этим находится и содержание аминокислот: оно довольно велико, но в 1,5—3 раза уступает таковому в лугово-буровой почве. Это обусловлено более низкой биологической активностью этой почвы в связи с сильной ее выщелоченностью и значительной кислотностью.

Следом за подзолисто-буровой почвой по содержанию аминокислот идет буро-подзолистая лесная глеевая почва, которая характеризуется еще меньшей, хотя и достаточно высокой биологической активностью (см. табл. 1). Это определяется, очевидно, более интенсивной выраженностью подзолистого процесса, а также менее богатым лесным опадом смешанных еловолиственных лесов.

В приподстилочном слое буро-подзолистой почвы содержится в 3 раза меньше аминокислот, чем в лугово-буровой. В нижележащем слое (5—15 см) это соотношение равняется лишь 1,5. В обрабатываемом варианте данной почвы содержится в 4 раза меньше аминокислот, чем в целинном.

Минимум аминокислот обнаружен в темно-бурой лесной почве, которая характеризуется наименьшей биологической активностью. Как указывалось, данная почва сформировалась в условиях высокогорья под еловым древостоем, в связи с чем обладает низкой биологической активностью. Содержание свободных аминокислот в темно-бурой лесной почве в 6 раз уступает таковому в лугово-бурой.

При рассмотрении соотношения аминокислот в буровоземных и дерново-подзолистых почвах привлекает внимание следующий факт. Удельный вес четвертой группы аминокислот в приподстиличном слое почв в естественном состоянии весьма заметно отличается от такового как в нижележащих слоях этих почв, так и в черноземных почвах. Обычно он колеблется в пределах 30—41 % от суммы аминокислот. Это определяется, по-видимому, обогащенностью слоя органическим материалом.

Из приведенного видно, что свободные аминокислоты являются неотъемлемым элементом азотного фонда всех исследованных почв. Они играют существенную роль в азотном режиме почв, особенно под естественными фитоценозами. Свободные аминокислоты представляют собой суммарный продукт биохимической деятельности микрофлоры и могут служить косвенным показателем биологической активности почв.

Из всего сказанного можно сделать следующие выводы.

1. Во всех изученных почвах Украины, от черноземов до кислых оглеенных, аммонификационная способность выражена довольно ровно. Повышенной аммонификационной способностью характеризуются почвы, обогащенные свежими растительными остатками.

2. Нитрификационная способность изученных почв определяется главным образом реакцией среды (благоприятные условия отмечаются при pH больше 5,4—5,5) и обеспеченностью почв питательными веществами.

3. Интенсивность разложения клетчатки определяется главным образом водно-воздушным режимом и обеспеченностью питательными веществами, прежде всего азотом. По интенсивности разложения ярко выделяются отдельные генетические горизонты.

4. Активность гидролитических ферментов в почвах под естественными ценоzами выше, чем в распахиваемых вариантах, что связано с разными запасами органического вещества в сравниваемых почвах. Для большинства почв характерно снижение уровня ферментативной активности от верхнего гумусового горизонта вниз по профилю. Исключение составляет распределение фосфатазы в ряду черноземных почв. Почвы черноземного типа почвообразования характеризуются высокой активностью исследованных ферментов. В ряду оподзоленных почв инвертазная активность снижается с увеличением степени выраженности подзолистого процесса. Буровоземные почвы характеризуются высокой инвертазной и протеазной активностью, что объясняется особым состоянием органического вещества данных почв, высокой подвижностью и дисперсностью гумуса. Фосфатазная активность наиболее высока в черноземах мощных и обыкновенных, снижается в каштановых почвах и оподзоленных черноземах и достигает минимальных значений в серых лесных оподзоленных, бурых лесных оподзоленных и бурых лесных почвах.

5. Во всех исследованных почвах обнаружены свободные аминокислоты, всего идентифицировано 16 аминокислот, среди которых доминируют глютаминовая кислота, аланин, валин и лейцины. Максимум аминокислот обнаружен в почвах целинных и под лесом, меньше — в обрабатываемых аналогах, что обусловлено в основном значительно лучшей обеспеченностью первых органическим веществом. Исследованные целинные почвы и почвы под лесом, за исключением некоторых почв Карпатского региона, по содержанию аминокислот можно расположить в следующем нисходящем порядке: чернозем мощный > чернозем обыкновенный > темно-каштановая > темно-серая лесная > дерново-среднеподзолистая. Буровоземные почвы Карпатского региона располагаются в следующем порядке: лугово-бурая > под

золисто-бурая > буро-подзолистая > бурая лесная. Последняя группа почв отличается резким уменьшением содержания аминокислот с глубиной.

ЛИТЕРАТУРА

- Александрова И. В. О методах определения активности некоторых почвенных ферментов. — Почвоведение, 1959, № 9.
- Асеева И. В., Велижанина Г. А. О биосинтезе свободных аминокислот микроорганизмами в почве. — Почвоведение, 1966, № 1.
- Белозерский А. Н., Проскурняков Н. И. Практическое руководство по биохимии растений. М., «Советская наука», 1951.
- Бурангулова М. Н. Ферментативная активность почв Башкирии. — Сб. докладов симпозиума по ферментам почвы. Минск, «Наука и техника», 1968.
- Бурангулова М. Н., Хазиев Ф. К. Об активности ферментов, дефосфорилирующих органические соединения фосфора почвы. — Прикладная биохимия и микробиология, т. I, вып. 4, 1965.
- Вернандер Н. Б. Подвижность азота и нитрификационная способность почв УССР. — Почвоведение, 1946, № 2.
- Виноградский С. Н. Микробиология почвы. Проблемы и методы. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1952.
- Власюк А. И. Агробиологические и микробиологические свойства почв Закарпатской низменности. — Научные труды АН УССР, вып. 3, 1955.
- Востров И. С., Петрова А. Н. Определение биологической активности почвы различными методами. — Микробиология, т. 30, вып. 4, 1961.
- Галстян А. Ш. Ферментативная активность некоторых типов почв Армении. — Докл. АН АрмССР, т. 24, № 1, 1957.
- Галстян А. Ш. Об активности карбогидраз в почве. — Докл. АН АрмССР, т. 32, № 2, 1961.
- Галстян А. Ш. К методике определения активности гидролитических ферментов почвы. — Почвоведение, 1965, № 2.
- Галстян А. Ш., Татевосян Г. С. Активность ферментов как показатель, характеризующий почвенные типы. — Докл. к VIII Междунар. конгрессу почвоведов. М., «Наука», 1964.
- Геллер И. А., Добротворская К. М. Фосфатазная активность почв районов свеклосеяния. — Труды Ин-та микробиологии, вып. 11, М., Изд-во АН СССР, 1961.
- Гринченко А. М., Чесняк Г. Я., Чесняк О. А. О развитии культурного почвообразовательного процесса на черноземах Лесостепи Украины. — В кн. «Изменение почв при окультуривании, их классификация и диагностика». М., «Колос», 1965.
- Дэвидсон Дж. Биохимия нуклеиновых кислот. М., ИЛ, 1952.
- Дубовенко Е. К. Микроорганизмы почвы, минерализующие органоfosфаты, и их роль в корневом питании растений. — Автореф. канд. дисс. Киев, 1964.
- Ивашикевич Т. М., Купревич В. П., Щербакова Т. А. Свободные аминокислоты в почве. — Докл. АН БССР, т. VI, вып. 68, 1962.
- Канивец В. И. К вопросу о процессах аммонификации и нитрификации в почвах Закарпатья. — В сб. «Агрохимия и почвоведение», вып. 4. Киев, «Урожай», 1966а.
- Канивец В. И. Особенности микрофлоры почв предгорий и Прытиссенской низменности Закарпатской области. — Труды Харьковск. с.-х. ин-та им. В. В. Докучаева, т. 49 (86), 1966б.
- Кацнельсон Р. С., Ершов В. В. Исследования микрофлоры целинных и окультуренных почв Карельской АССР. — Микробиология, т. 27, вып. 1, 1958.
- Козлов К. А. Биологическая активность некоторых почв Иркутской области. — Изв. Сиб. отд. АН СССР, № 4, 1960.
- Корсакова М. П., Швецова О. И. Микробиологическая характеристика почв черноземной зоны. — Труды Отдела с.-х. микробиологии, т. 2. Л., 1927.
- Котелев В. В., Мехтиева Е. А., Смирнова В. И. Фосфатазная активность некоторых почв и ризосферы культурных растений Молдавии. — Труды Почв. ин-та Молд. фил. АН СССР, вып. 5, 1960.
- Купревич В. Ф. Биологическая активность почвы и методы ее определения. — Докл. АН БССР, т. 79, № 5, 1951.
- Купревич В. Ф. Воздействие высших растений на субстрект с помощью ферментов, выделяемых корнями. — Вопросы ботаники, 1954, № 1.
- Купревич В. Ф., Щербакова Г. А. Почвенная энзимология. Минск, «Наука и техника», 1966.
- Мамченко О. А. Деякі особливості взаємозв'язку мікрофлори з органічними речовинами в темно-каштанових ґрунтах. — Зб. «Агрономія і ґрунтознавство», вип. 8. Київ, «Урожай», 1969.
- Мамченко О. А. Свободные аминокислоты в некоторых почвах Украины. — Почвоведение, 1970а, № 2.
- Мамченко О. А. Вільні амінокислоти в темно-каштанових ґрунтах України. — Зб. «Агрономія і ґрунтознавство», вип. 13. Київ, «Урожай», 1970б.

- Михновская А. Д. Фосфатазная активность мощного чернозема и некоторые свойства микроорганизмов, минерализующих органоfosфаты. — Зб. «Агрочімія і ґрунтознавство», вип. 4. Київ, «Урожай», 1966.
- Михновская А. Д. Участие микроорганизмов в обогащении почвы ферментами. — Сб. докладов симпозиума по ферментам почвы. Минск, «Наука и техника», 1968.
- Міхновська А. Д. Активність гідролітичних ферментів у чорноземах глибоких лісостепу України. — Зб. «Агрочімія і ґрунтознавство», вип. 13. Київ, «Урожай», 1970.
- Мишустин Е. Н. Географический фактор и распространение почвенных микроорганизмов. — Изв. АН СССР, серия биол., № 6, 1958.
- Образцова О. А., Канівець В. І. Досвід вивчення мікрофлори ґрунтів України. — Зб. «Агрочімія і ґрунтознавство», вип. 13. Київ, «Урожай», 1970.
- Петerson Н. В. Джерела збагачення ґрунту ферментами. — Мікробіологічний журнал, т. 23, вып. 6, 1961.
- Ратнер Е. И., Колесов И. И., Ухина С. Ф., Доброхотова Н. Н., Казутю О. Н. Об усвоении растениями аминокислот в качестве источника азота. — Изв. АН СССР, серия биол., № 6, 1956.
- Теплякова З. Ф. Аэробные целлюлозоразрушающие микроорганизмы почв Казахстана. — Труды Ин-та почвоведения АН КазССР, т. 2, 1958.
- Чундерова А. И. Активность карбогидраз в дерново-подзолистых почвах с различным содержанием гумуса. — Сб. докладов симпозиума по ферментам почвы. Минск, «Наука и техника», 1968.
- Чундерова А. И. Активность ферментов почвы и ее pH. — Агрочимия, 1970, № 5.
- Шульгина О. Г., Береснева В. Н., Норкина С. П. Материалы к микробиологической характеристике почв Туркестана. — Труды Отдела с.-х. микробиологии, т. 4, вып. 2, Л., 1930.
- Щербакова Г. А., Шимко Н. А., Гаврилова А. Н. Фосфатазная активность некоторых почв Белоруссии. — Сб. докладов симпозиума по ферментам почвы. Минск, «Наука и техника», 1968.
- Ярошевич И. В. Влияние длительного систематического применения удобрений на активность некоторых почвенных ферментов. — Сб. докладов симпозиума по ферментам почвы. Минск, «Наука и техника», 1968.
- Hoffman Ed., Seegerer H. Über das Enzymsystem unserer Kulturboden I Sacharase. — Z Biochem. Bd. 322, 1951.
- Hoffman Ed., Niggemann J. Über das Enzymsystem unserer Kultüröden III Proteinase. — Z. Biochem. Bd. 324, № 4, 1953.
- Kiss St. A gilisztaürülék és hangyabolyfoed invertázaktivitása. — Agrokemia es Talajtan Budapest, 6, 1, 1957.
- Kiss St. Untersuchungen über die Production von saecharase im Boden. Z. Pflanzenernähr. Düng. Bodenkunde. Bd. 81, № 2, 1958.
- Kozlak K. A. Über die Rolle der Bodenfauna bei der Anreicherung von Fermenten im Boden. — Pedobiologia. Bd. 5, 1965.
- Mazyr T. Rola wegla ^{214}C glicyny w procesie humifikacji. — Roezn. gleboznawstwa, D. 13, 1963.
- Paul E. A., Schmidt E. L. Extraction of free amino acids rhizosphere and non rhizosphere soil. — Soil. Sci. Soc. Amer. Proc. V. 25, № 5, 1961.

СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ УССР

В Украинской ССР систематическое изучение роли микроэлементов для сельскохозяйственных культур и определение их содержания в почвах было начато под руководством академика АН УССР и ВАСХНЛ П. А. Власюка еще в 30-х годах. Но особенно широкое распространение это направление приобрело в последнее время (Власюк, 1962, 1968; Содержание микроэлементов в почвах Украинской ССР, 1964).

На основании наших данных и литературных источников¹, а для западных областей — материалов Г. А. Андрушенко и А. М. Билана были составлены картосхемы общего содержания микроэлементов в пахотном слое почвенного покрова республики в масштабе 1 : 5 000 000. Для составления картосхем были использованы данные около 500 почвенных разрезов. Однако исходный материал распределяется недостаточно равномерно по всей территории. Так, для почвенного покрова зон Предкарпатья, Карпат и Закарпатья мы не располагали достаточным количеством данных, в связи с чем для этих районов проводилась экстраполяция и интерполяция. При составлении картосхем приняты градации Н. Г. Зырина (1968).

Ниже приводятся картосхемы содержания кобальта, марганца, цинка, меди, молибдена и бора в пахотном слое почвенного покрова республики и описания к ним.

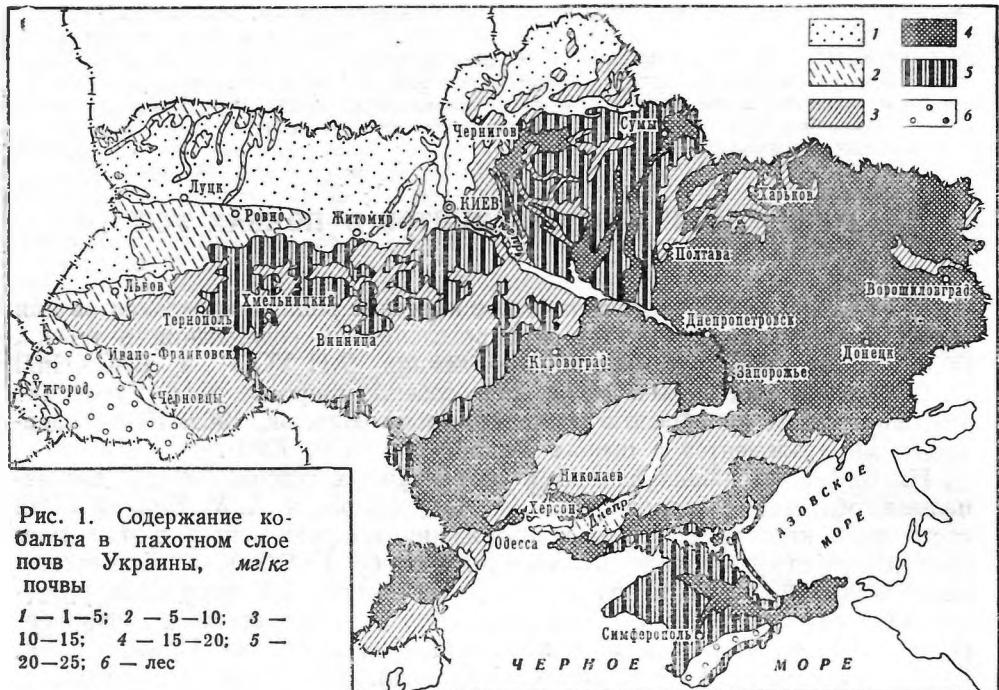
КОБАЛЬТ

По общему содержанию кобальта в пахотном слое почвы Украины разделены на пять групп: I 1—5; II 5—10; III 10—15; IV 15—20 и V 20—25 мг кобальта на 1 кг почвы (рис. 1).

В I группу, с наименее низким содержанием кобальта, входит основной массив почв Украинского Полесья, который в принятом масштабе представлен дерново-слабоподзолистыми песчаными и глинисто-песчаными, дерново-среднеподзолистыми оглеенными супесчаными почвами, дерновыми песчаными и дерновыми оподзоленными суглинистыми почвами и их оглеенными видами. Содержание кобальта в пахотном слое этих почв колеблется в пределах 2,7—7,0 мг/кг, при среднем содержании 3,9 мг/кг почвы.

Таким образом, почвенный покров Полесья наименее обеспечен кобальтом среди природных зон Украины. Лишь отдельные участки светло-серых,

¹ Для составления картосхем были использованы следующие опубликованные материалы: по Крыму — данные кафедры почвоведения МГУ (Большаков, 1965; Зырин, Большаков, 1964; Зырин, Пацукевич, 1964 а, б; Зырин, Симонов, 1967), исследования Укр. НИИ физиологии растений («Содержание микроэлементов в почвах Украинской ССР», 1964), выполненные под руководством академика П. А. Власюка коллективом авторов (Е. П. Баранова, Н. И. Гаврилова, М. Н. Карась, Д. Л. Ленденская, З. И. Лобanova, О. Т. Оноприйчук, А. Л. Печура, Э. В. Руденко и И. А. Сироченко), а также отдельные работы по областям республики (Андрющенко, Дзяман, 1968; Білан, 1968; Веретка, 1962; Горбачева, 1969; Григорьев, 1964; Дзяман, 1969; Добрицкая и др., 1963, 1964; Добролюбский, и др., 1961, 1966; Козуля, 1965; Корбут, 1966а, б; Лабий, 1965; Мещенко, Котелянская 1963; Мулярчук, 1962; Охрименко, 1963; Рудакова, Ширяева, 1963; Сироченко и др., 1963; Троицкий, 1956; Шкварчук и др., 1965; Щетинина, 1967; Щетинина и др., 1963).



серых и темно-серых лесных оподзоленных почв выделяются более высоким содержанием кобальта, в основном на территории восточного Полесья.

II группа почв представлена небольшими площадями в западных областях. Это буровоземно-подзолистые, бурые горно-лесные щебнистые и дерново-буровоземные, а также горно-луговые почвы Горных Карпат и Закарпатского предгорья. Однако нужно подчеркнуть, что эти почвы весьма мало обследованы на содержание микроэлементов.

Почвы III группы распространены в основной массе в правобережной лесостепи и южной степи. Этую группу составляют луговые черноземные солонцеватые почвы, черноземы солонцеватые и солонцы, содержащие кобальта 8,0—14,3 мг/кг почвы, при среднем его содержании 10,5 мг/кг. Близкое к этому содержание характерно и для дерново-среднеподзолистых оглеенных супесчаных почв, дерново-среднеподзолистых и сильнооподзолистых поверхностно-оглеенных почв Предкарпатья. В эту же группу мы отнесли черноземы южные малогумусные и слабогумусированные зоны степи, а также черноземы оподзоленные, светло-серые, серые и темно-серые лесные оподзоленные почвы зоны лесостепи.

IV группа характерна для почв зоны степи и юго-восточной окраины лесостепи (рис. 1). Здесь следует назвать черноземы обыкновенные среднегумусные и черноземы мощные среднегумусные лесостепи, а также почвы центральной степи: черноземы обыкновенные малогумусные неглубокие, черноземы обыкновенные мало- и среднегумусные глубокие, черноземы и дерновые почвы щебнистые на элювии плотных некарбонатных пород, черноземы обыкновенные среднегумусные и черноземы обыкновенные малогумусные.

Из почв сухой степи в эту группу следует отнести темно-каштановые остаточно солонцеватые почвы, а из почв Крыма — черноземы южные малогумусные и слабогумусированные. В эту же группу входят луговые и лугово-болотные почвы, в том числе и галогенные, залегающие в лесостепи, центральной степи и в Крыму, а также лугово-черноземные солонцеватые почвы, черноземы солонцеватые и солонцы лесостепи и центральной степи.



Рис. 2. Содержание марганца в пахотном слое почв Украины, мг/кг почвы

1 — 200—400; 2 — 400—550; 3 — 550—900; 4 — 900—1250; 5 — 1250—1600;
6 — лес

V группа охватывает почвенные разности с максимальным количеством кобальта в верхнем горизонте. В эту группу нами отнесены черноземы мощные малогумусные и слабогумусированные зоны лесостепи, темно-каштановые солонцеватые и каштановые солонцеватые почвы, распространенные в сухой степи, а также бурые лесные почвы, коричневые почвы, черноземы и дерновые карбонатные почвы на элювии карбонатных пород Крыма (с максимальным средним содержанием кобальта 24 мг/кг почвы).

Таким образом, среднее содержание кобальта в пахотном слое почвенного покрова Украинской ССР составляет, в зависимости от почвенной разности и зоны республики, от 3,9 до 24 мг/кг почвы.

На прилагаемой картосхеме отчетливо видно, что основная площадь Украины занята почвами, входящими в III—V группы, т. е. содержащими в среднем 10—25 мг кобальта на 1 кг почвы. Лишь почвы Полесья отличаются низким содержанием кобальта (как и других микроэлементов).

Для наиболее распространенных почвенных разностей основных природных зон Украины в табл. I приведен цифровой материал.

МАРГАНЕЦ

По общему содержанию марганца в пахотном слое почвы УССР разделены также на пять групп (рис. 2).

I группа охватывает почвенные разновидности, содержащие в пахотном слое марганца в среднем 200—400 мг/кг почвы. В эту группу следует отнести основной массив почв Украинского Полесья, в том числе и Малого, а также участки дерновых песчаных и дерновых оподзоленных почв и черноземов на рыхлых породах и песках в центральной степи, имеющие небольшой удельный вес.

Наиболее бедны марганцем дерновые песчаные и дерновые оподзоленные суглинистые почвы и их оглеенные виды (в Полесье), содержащие марганца в пахотном слое в среднем 257 мг/кг. В эту же группу отнесены дерново-слабоподзолистые песчаные и глинисто-песчаные почвы, светло-серые и серые лесные оподзоленные почвы и черноземы оподзоленные Полесья.

Таблица 1

Содержание кобальта в пахотном слое почв Украины, мг/кг почвы

Почвы	Зона	Число образцов	Среднее содержание	Пределы колебаний
Дерново-слабоподзолистые песчаные и глинисто-песчаные, дерново-среднеподзолистые супесчаные, дерново-среднеподзолистые оглеенные супесчаные, дерновые песчаные, дерновые оподзоленные суглинистые и их оглеенные виды	Полесье	33	3,9	3—7
Буроземно-подзолистые, бурые, горно-лесные щебнистые, дерново-буровоземные и горно-луговые	Карпаты и Закарпатское предгорье	2	6,6	—
Лугово-черноземные солонцеватые почвы, черноземы солонцеватые и солонцы	Крым	5	10,5	8—14
Черноземы южные малогумусные и слабогумусированные	Степь центральная, южная и сухая	15	12,5	9—20
Лугово-черноземные солонцеватые почвы, черноземы солонцеватые и солонцы	Степь южная и сухая, Крым	13	12,8	8—17
Дерновые песчаные, дерновые оподзоленные суглинистые и их оглеенные виды, черноземы на рыхлых породах и песках	Степь центральная	14	12,8	10—20
Светло-серые, серые и темно-серые лесные	Полесье, лесостепь	46	13,8	8—21
Черноземы оподзоленные и реградированные	Лесостепь	31	14,7	7—25
Черноземы и дерновые карбонатные почвы на элювии карбонатных пород	Степь центральная	16	15,0	10—23
Черноземы обыкновенные среднегумусные	Лесостепь	5	15,6	13—18
Черноземы мощные среднегумусные	Лесостепь	21	16,0	10—25
Черноземы южные малоумусные слабогумусированные	Крым	5	16,2	9—24
Темно-каштановые остаточно-солонцеватые	Степь сухая	5	17,0	13—21
Луговые, лугово-болотные и болотные, в т. ч. галогенные	Лесостепь, степь центральная, Крым	18	17,1	11—28
Черноземы и дерновые щебнистые на элювии плотных некарбонатных пород	Степь центральная	29	17,4	10—22
Черноземы обыкновенные мало- и среднегумусные глубокие, черноземы обыкновенные среднегумусные, черноземы обыкновенные малогумусные и черноземы обыкновенные малогумусные неглубокие	Лесостепь, степь центральная	75	17,5	9—36
Лугово-черноземные солонцеватые почвы и солонцы	Лесостепь, степь центральная	43	18,2	10—36
Бурые лесные и коричневые	Крым	46	22,0	11—32
Черноземы мощные малогумусные и слабогумусированные	Лесостепь	28	23,4	13—31
Черноземы и дерновые карбонатные почвы на элювии карбонатных пород	Крым	25	24,0	
Темно-каштановые солонцеватые и каштановые солонцеватые	Степь сухая	27	24,0	18—32

II группа объединяет почвы с содержанием марганца в пахотном слое от 400 до 550 $\text{мг}/\text{кг}$. Почвы этой группы доминируют в зоне лесостепи, а также имеют распространение в Полесье. В эту группу отнесены (в порядке повышения содержания марганца) лугово-черноземные солонцеватые почвы, черноземы солонцеватые и солонцы, залегающие в лесостепи и центральной степи (исключая Донецкую область), луговые, лугово-болотные и болотные почвы (в том числе галогенные) Полесья и лесостепи.

Несколько выше содержание марганца в светло-серых оподзоленных почвах, дерновых песчаных и дерновых оподзоленных суглинистых почвах и их оглеенных видах, а также в черноземах мощных малогумусных и слабогумусированных лесостепи и дерново-среднеподзолистых супесчаных почвах Полесья.

III группа охватывает почвенные разности со средним содержанием марганца в пахотном слое 550—900 $\text{мг}/\text{кг}$. В эту группу входят темно-серые лесные почвы правобережной лесостепи, черноземы обыкновенные среднегумусные, обыкновенные малогумусные и черноземы обыкновенные малогумусные неглубокие лесостепи и центральной степи (без Донецкой области), для которых характерно среднее содержание марганца, равное 593 $\text{мг}/\text{кг}$ почвы.

Такое же среднее содержание марганца характерно для черноземов и дерновых карбонатных почв на элювии карбонатных пород, залегающих в центральной степи и в Крыму, и для черноземов мощных среднегумусных лесостепей.

Значительно выше среднее содержание марганца в луговых и лугово-болотных почвах, в том числе галогенных, центральной степи и Крыма и в лугово-черноземных солонцеватых почвах, солонцеватых черноземах и солонцах южной степи, сухой степи и Крыма.

В эту же группу входят серые лесные и коричневые горные почвы Крыма, а также черноземы оподзоленные лесостепи. Замыкают группу черноземы южные малогумусные и слабогумусированные со средним содержанием марганца 844,4 $\text{мг}/\text{кг}$ почвы. Как следует из картосхемы, почвы, входящие в эту группу, занимают большую часть площади УССР.

IV группа объединяет почвы, содержащие в пахотном слое от 900 до 1250 мг марганца на 1 кг почвы. Среднее содержание марганца для входящих в эту группу почв находится в пределах 954—1200 $\text{мг}/\text{кг}$ почвы. К этой группе относятся черноземы обыкновенные малогумусные, среднегумусные и малогумусные неглубокие Донецкой области, черноземы и дерновые почвы щебнистые на элювии плотных некарбонатных пород Донбасса.

В эту же группу входят темно-каштановые остаточно-солонцеватые, темно-каштановые солонцеватые и каштановые солонцеватые почвы сухой степи. Замыкают группу лугово-черноземные солонцеватые почвы, черноземы солонцеватые и солонцы Крыма.

V группа. Среднее содержание марганца в пахотном слое колеблется в пределах 1250—1600 $\text{мг}/\text{кг}$ почвы. Такое содержание марганца в пахотном слое почв Украины наблюдается лишь для некоторых темно-серых лесных оподзоленных почв левобережной лесостепи.

Как следует из приведенной картосхемы, основной массив почв Украины содержит в пахотном слое марганца 400—900 мг на 1 кг почвы, при колебании средней арифметической от 297 до 1357 $\text{мг}/\text{кг}$. При этом почвенные разности севера республики содержат меньше марганца, чем более южные.

В табл. 2 приведено содержание марганца для основных природных зон Украины.

Таблица 2

Содержание марганца в пахотном слое почв Украины, мг/кг почвы

Почвы	Зона	Число образцов	Среднее содержание	Пределы колебаний
Дерновые песчаные, дерновые оподзоленные суглинистые и их оглеенные виды	Полесье, степь центральная, Южная и сухая	19	297,3	190—520
Дерново-слабоподзолистые песчаные и глинисто-песчаные	Полесье	13	379,9	191—713
Светло-серые, серые, темно-серые лесные оподзоленные и черноземы оподзоленные	»	13	399,7	218—600
Черноземы и дерновые карбонатные на элювии карбонатных пород	Степь центральная	18	434,0	310—660
Лугово-черноземные солонцеватые почвы, черноземы солонцеватые и солонцы	Лесостепь, степь центральная, исключая Донецкую область	30	435,8	160—760
Луговые, лугово-болотные и болотные, в том числе галогенные	Полесье, лесостепь	11	467,8	290—615
Дерново-среднеподзолистые оглеенные супесчаные и дерново-среднеподзолистые супесчаные	Полесье	15	493,0	262—675
Светло-серые, серые лесные оподзоленные, дерновые песчаные, дерновые оподзоленные суглинистые и их оглеенные виды	Лесостепь	24	503,6	386—900
Черноземы мощные малогумусные и слабогумусированные	Лесостепь	37	509,6	310—740
Темно-серые лесные оподзоленные	Лесостепь правобережная	10	593,8	392—720
Черноземы обыкновенные среднегумусные, мало- и среднегумусные глубокие, малогумусные и малогумусные неглубокие	Лесостепь и степь центральная, без Донецкой области	35	593,9	300—960
Черноземы и дерновые карбонатные почвы на элювии карбонатных пород	Степь центральная, Крым	26	594,1	310—1200
Черноземы мощные среднегумусные	Лесостепь	20	605,7	350—880
Буровато-подзолистые, бурые горно-лесные, щебнистые, дерново-буроватые и горно-луговые	Карпаты и Закарпатское предгорье	6	628,4	445—900
Дерново-среднеподзолистые оглеенные супесчаные, дерново-среднеподзолистые и сильноподзолистые поверхностно-оглеенные	Лесостепь	9	639,2	453—750
Луговые, лугово-болотные и болотные, в том числе галогенные	Степь центральная, Крым	16	708,3	350—1090
Бурые лесные и коричневые горные	Крым	41	736,3	437—1280
Черноземы оподзоленные	Лесостепь	31	788,7	380—1570
Лугово-черноземные солонцеватые почвы, черноземы солонцеватые и солонцы	Донецкая обл., степь южная и сухая	17	819,4	540—1500
Черноземы южные малогумусные и слабогумусированные	Степь центральная, южная и сухая, Крым	37	844,4	520—1300
Темно-каштановые солонцеватые и каштановые солонцеватые	Степь сухая	33	954,0	550—1411

Табл. 2 (окончание)

Почвы	Зона	Число образцов	Среднее содержание	Пределы колебаний
Черноземы обыкновенные среднегумусные, малогумусные и малогумусные неглубокие	Донецкая область	33	968,0	520—1500
Темно-каштановые остаточно солонцеватые	Степь сухая	16	1070,0	450—1539
Черноземы и дерновые щебнистые почвы на элювии плотных некарбонатных пород	Донбасс	29	1114,8	700—1900
Лугово-черноземные солонцеватые почвы, черноземы солонцеватые и солонцы	Крым	6	1200,0	1021—1498
Темно-серые лесные оподзоленные	Лесостепь	7	1357,0	1000—1900

ЦИНК

По содержанию цинка в пахотном слое почвы Украины разделены на четыре группы (рис. 3).

I группа. Среднее содержание цинка в пахотном слое варьирует в пределах 10—30 мг/кг почвы. В эту группу включены лишь дерново-слабоподзолистые песчаные и глинисто-песчаные почвы Большого и Малого Полесья, среднее содержание цинка в пахотном слое которых составляет 28,9 мг/кг почвы. Однако по среднему содержанию цинка эти почвы приближаются к верхнему пределу II группы и весьма близки к другим почвам Полесья, входящим во II группу.

II группа охватывает почвы, в пахотном слое которых содержится цинка от 30 до 60 мг/кг почвы. Эта группа занимает доминирующее положение —



для большей части почвенного покрова Украины характерно именно такое содержание цинка. В эту группу входят светло-серые, серые и темно-серые лесные оподзоленные почвы Полесья и лесостепи, дерново-среднеподзолистые супесчаные и дерново-среднеподзолистые оглеенные супесчаные почвы Полесья и лесостепи, дерновые песчаные и дерновые оподзоленные суглинистые почвы и их оглеенные виды, распространенные в Полесье, лесостепи и степи.

Черноземные почвы в этой группе представлены черноземами мощными малогумусными слабогумусированными, черноземами мощными среднегумусными и черноземами оподзоленными лесостепи, черноземами обыкновенными среднегумусными лесостепи и центральной степи, черноземами обыкновенными мало- и среднегумусными глубокими центральной степи, лугово-черноземными солонцеватыми почвами, черноземами солонцеватыми лесостепи и центральной степи, а также черноземами и дерновыми карбонатными почвами на элювии карбонатных пород Крыма.

Луговые, лугово-болотные и болотные почвы, в том числе галогенные, по всем зонам Украины входят также во II группу. Замыкают эту группу темно-каштановые остаточно-солонцеватые почвы, распространенные в сухой степи.

Как следует из картосхемы, почвы II группы занимают большую часть территории республики.

III группа. В пахотном слое почвы этой группы содержат цинка от 60 до 90 $\text{мг}/\text{кг}$. Эти почвы занимают значительную часть центральной степи, всю южную степь, а также часть сухой степи и Крыма.

В эту группу входят следующие почвы: черноземы обыкновенные малогумусные и малогумусные неглубокие, черноземы и дерновые почвы щебнистые на элювии плотных некарбонатных пород, черноземы и дерновые карбонатные почвы на элювии карбонатных пород центральной степи, черноземы южные малогумусные и слабогумусированные центральной и южной степи.

В эту же группу включены лугово-черноземные солонцеватые почвы, черноземы солонцеватые и солонцы южной и сухой степи. Максимальное количество цинка в этой группе содержат темно-каштановые солонцеватые почвы и каштановые солонцеватые почвы сухой степи, а в Крыму — бурье лесные и коричневые почвы.

IV группа включает почвы с наиболее высоким в республике содержанием цинка — от 90 до 120 $\text{мг}/\text{кг}$ почвы. Из исследованных почв в эту группу можно включить лишь буровато-подзолистые, бурье горно-лесные щебнистые, дерново-буроватые и горно-луговые Карпат и Закарпатского предгорья, которые содержат в среднем 96,9 мг цинка на 1 кг почвы.

Следовательно, средние величины содержания цинка в пахотном слое почв Украинской ССР находятся в пределах от 28,9 до 96,9 $\text{мг}/\text{кг}$ почвы. При этом большая часть почвенного покрова занята почвами, входящими во II группу, со средним содержанием цинка в пределах 39,5—57,0 $\text{мг}/\text{кг}$ почвы.

В табл. 3 приведены данные по содержанию цинка в пахотном слое наиболее характерных почвенных типов природных зон Украинской ССР.

МЕДЬ

По содержанию меди почвенный покров республики разделен на восемь групп с широким диапазоном содержания — от 1 до 60 $\text{мг}/\text{кг}$ почвы (рис. 4). Как и для рассмотренных ранее микроэлементов, градация групп производилась в соответствии с рекомендацией Н. Г. Зырина (1968).

I группа охватывает почвенные разности, содержащие в пахотном слое от 1 до 6 мг меди на 1 кг почвы. К этой группе отнесены дерново-слабоподзолистые песчаные и глинисто-песчаные почвы, дерново-среднеподзолистые супесчаные, дерново-среднеподзолистые оглеенные супесчаные,

Таблица 3

Содержание цинка в пахотном слое почв Украины, мг/кг почвы

Почвы	Зона	Число образцов	Среднее содержание	Пределы колебаний
Дерново-слабоподзолистые песчаные и глинисто-песчаные	Полесье	13	28,9	2,5—48
Светло-серые, серые и темно-серые лесные оподзоленные	Полесье, лесостепь	59	39,5	20—74
Дерново-среднеподзолистые супесчаные, оглеенные супесчаные, дерновые песчаные, дерново-оподзоленные суглинистые и их оглеенные виды	Полесье, лесостепь, степь	46	41,1	17—75
Черноземы мощные малогумусные и slabogumusirovannye, черноземы мощные среднегумусные	Лесостепь	60	46,0	20—68
Черноземы оподзоленные	Лесостепь	36	48,0	24—72
Лугово-черноземные солонцеватые почвы, черноземы солонцеватые и солонцы	Лесостепь, степь центральная	45	49,9	29—75
Черноземы и дерновые карбонатные почвы на элювии карбонатных пород	Крым	5	51,0	33—73
Черноземы обыкновенные среднегумусные, мало- и среднегумусные глубокие	Лесостепь, степь центральная	38	55,2	28—78
Луговые, лугово-болотные и болотные, в том числе галогенные	Все зоны	28	55,8	15—88
Темно-каштановые остаточно-солонцеватые	Степь сухая	10	57,0	38—80
Черноземы обыкновенные малогумусные и малогумусные неглубокие	Степь центральная	33	60,9	36—80
Черноземы и дерновые щебнистые почвы на элювии плотных некарбонатных пород	Степь центральная	34	62,0	42—92
Черноземы и дерновые карбонатные почвы на элювии карбонатных пород	Степь центральная	12	62,7	42—90
Лугово-черноземные солонцеватые почвы, черноземы солонцеватые и солонцы	Степь южная и сухая	5	64,0	50—75
Черноземы южные малогумусные и slabogumusirovannye	Степь центральная	35	68,6	38—140
Темно-каштановые солонцеватые и каштановые солонцеватые	Степь сухая	10	73,0	49—88
Бурье лесные и коричневые горные	Крым	13	78,7	55—109
Буровато-подзолистые, бурые горно-лесные щебнистые, дерново-буроватые и горно-луговые	Карпаты и Закарпатское предгорье	9	96,9	71—127

дерновые песчаные и дерновые оподзоленные суглинистые почвы во всех зонах республики, исключая Донбасс. В основном степь низкое содержание меди характерно для почвенного покрова Полесья (Большого и Малого).

II группа включает почвы с содержанием меди в пахотном слое в пределах 6—12 мг/кг почвы.

Это прежде всего светло-серые, серые и темно-серые лесные оподзоленные почвы Полесья, светло-серые и серые оподзоленные почвы лесостепи,



Рис. 4. Содержание меди в пахотном слое почв Украины, $\text{мг}/\text{кг}$ почвы

1 — 1—6; 2 — 6—12; 3 — 12—18; 4 — 18—24; 5 — 24—30; 6 — 30—40; 7 — 40—50; 8 — 50—60; 9 — лес

а также луговые, лугово-болотные и болотные почвы, в том числе галогенные лесостепи, за исключением западных областей.

III группа объединяет почвы, содержащие в пахотном слое от 12 до 18 мг меди на 1 кг почвы. Сюда отнесены темно-серые лесные оподзоленные почвы, черноземы оподзоленные, черноземы мощные малогумусные слабогумусированные, черноземы мощные среднегумусные, а также лугово-черноземные солонцеватые почвы, черноземы солонцеватые и солонцы.

Из почв центральной степи и западных областей лесостепи к этой группе отнесены луговые и лугово-болотные почвы, а также дерновые песчаные и дерновые оподзоленные суглинистые почвы и их оглеенные виды, залегающие в Донбассе.

IV группа. Для почв, включенных в эту группу, характерно среднее содержание меди в пахотном слое в пределах 18—24 $\text{мг}/\text{кг}$ почвы. В эту группу входят черноземы обыкновенные мало- и среднегумусные глубокие, черноземы обыкновенные малогумусные центральной степи (исключая Донбасс). В предгорьях Карпат к этой группе отнесены дерново-среднеподзолистые и сильноподзолистые поверхностно-оглеенные почвы.

V группа включает почвы, в пахотном слое которых среднее содержание меди составляет 24—30 $\text{мг}/\text{кг}$ почвы. В эту группу входят черноземы луговые солонцеватые, черноземы солонцеватые и солонцы центральной степи, черноземы обыкновенные малогумусные неглубокие, за исключением почв Донбасса. Замыкают эту группу темно-каштановые остаточно-солонцеватые почвы сухой степи.

VI группа объединяет почвы со средним содержанием меди в пахотном слое в пределах 30—40 $\text{мг}/\text{кг}$. Эта группа почв представлена на юге республики черноземами южными малогумусными и слабогумусированными, содержание меди в которых колеблется на грани между V и VI группами. Эта разность представлена в основном в южной степи и Крыму.

В сухой степи в эту группу входят темно-каштановые солонцеватые и каштановые солонцеватые почвы. К этой группе отнесены также черноземы и дерновые карбонатные почвы, залегающие на элювии карбонатных пород и распространенные в южной степи Крымского полуострова.

VII группа включает почвы, в пахотном слое которых содержится 40—50 мг меди на 1 кг почвы. Такое содержание характерно лишь для почв Донбасса — черноземов и дерновых щебнистых почв на элювии плотных некарбонатных пород, черноземов среднегумусных и обыкновенных малогумусных.

VIII группа. Сюда входят почвы с максимальным средним содержанием меди в пахотном слое — 50—60 мг/кг. Это черноземы обыкновенные среднегумусные, залегающие крупными массивами на севере Донецкой области. Максимальное среднее содержание меди (58,3 мг/кг почвы) имеют бурые лесные и коричневые горные почвы Крыма.

Таким образом, содержание меди возрастает с севера на юг. Большая часть почвенного покрова республики занята почвами, для которых характерно среднее содержание меди в пахотном слое в пределах III—V групп, т. е. от 12 до 30 мг/кг почвы. Более высокое содержание отмечено лишь на территории Донбасса и на побережье Крыма. Наиболее бедны по содержанию меди почвы Полесья.

В табл. 4 представлены данные о содержании меди в пахотном слое наиболее характерных почвенных разностей УССР.

МОЛИБДЕН

Пределы среднего содержания молибдена в пахотном слое почв УССР весьма узки — от 0,4 до 3,2 мг на 1 кг почвы, при колебаниях от 0,37 до 4,20 мг/кг. Соответственно градации Н. Г. Зырина (1968) почвы УССР по содержанию в пахотном слое молибдена разделены на пять групп (рис. 5).

I группа включает почвы со средним содержанием молибдена в пахотном слое в пределах 0,4—0,8 мг/кг почвы. Это содержание молибдена характерно для почв Украинского Полесья, Большого и Малого (дерново-слабоподзолистые песчаные и глинисто-песчаные, дерново-среднеподзоли-

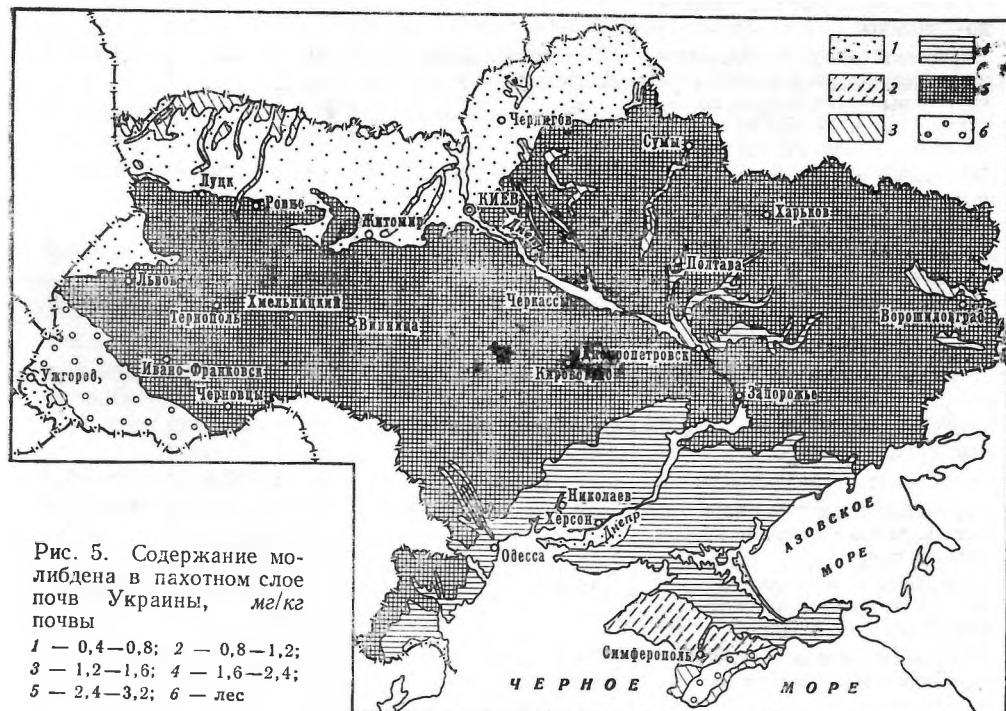


Таблица 4

Содержание меди в пахотном слое почв Украины, мг/кг почвы

Почвы	Зона	Число образцов	Среднее содержание	Пределы колебаний
Дерново-слабоподзолистые песчаные и глинисто-песчаные, дерново-среднеподзолистые супесчаные, дерново-среднеподзолистые оглеенные супесчаные, дерновые песчаные и дерновые оподзоленные суглинистые	Все зоны (без Донбасса)	22	3,7	0,8—8,0
Светло-серые, серые и темно-серые лесные оподзоленные	Полесье	9	8,9	4,8—13,0
Светло-серые и серые лесные оподзоленные	Лесостепь	26	9,6	5,0—16,0
Луговые, лугово-болотные и болотные, в т. ч. галогенные	»	8	11,6	1,8—26,0
Темно-серые лесные оподзоленные	»	27	12,6	6,0—27,0
Черноземы мощные малогумусные и слабогумусированные, черноземы мощные среднегумусные	»	51	12,8	3,1—31,0
Лугово-черноземные солонцеватые почвы, черноземы солонцеватые и солонцы	»	8	14,0	6,8—29,0
Дерновые песчаные, дерновые оподзоленные суглинистые и их оглеенные виды	Донбасс	7	15,5	9,0—21,0
Черноземы оподзоленные	Лесостепь	39	16,6	4,4—27,0
Луговые, лугово-болотные и болотные, в т. ч. галогенные	Степь центральная и лесостепь западная	12	17,4	10,0—27,0
Дерново-среднеподзолистые и сильноподзолистые поверхности-оглеенные	Карпатское предгорье	4	20,5	15,0—27,0
Черноземы обыкновенные мало- и среднегумусные глубокие, черноземы обыкновенные среднегумусные и черноземы обыкновенные малогумусные	Степь центральная (без Донецкой обл.)	31	22,2	6,4—36,0
Черноземы и дерново-карбонатные почвы на элювии карбонатных пород	Степь центральная	17	23,0	10,0—41,0
Темно-каштановые остаточно солонцеватые	Степь сухая	10	24,6	14,8—33,0
Лугово-черноземные солонцеватые почвы, черноземы солонцеватые и солонцы	Степь центральная	36	25,0	10,0—47,0
Черноземы обыкновенные мало-гумусные неглубокие	Степь центральная (без Донецкой обл.)	11	26,4	8,0—31,0
Черноземы южные малогумусные и слабогумусированные	Степь центральная, южная и Крым	23	30,5	15,0—61,0
Темно-каштановые солонцеватые	Степь сухая	28	32,1	11,0—45,0
Черноземы и дерновые карбонатные почвы на элювии карбонатных пород	Крым	33	35,5	24,0—48,0
Черноземы и дерновые щебнистые почвы на элювии плотных некарбонатных пород	Донбасс	29	42,8	16,0—80,0
Черноземы мощные среднегумусные и обыкновенные малогумусные	»	10	43,5	27,0—60,0

Табл. 4 (окончание)

Почвы	Зона	Число образцов	Среднее содержание	Пределы колебаний
Черноземы обыкновенные мало-гумусные неглубокие и среднегумусные Бурые лесные и коричневые горные	Донецкая обл.	22	55,9	37,0—100,0
	Крым	36	58,3	40,5—95,0

стые супесчаные, дерновые песчаные и дерновые оподзоленные суглинистые почвы и их оглеенные виды, светло-серые, серые и темно-серые лесные оподзоленные почвы в центральном и восточном Полесье). К этой же группе относятся дерново-песчаные и дерновые оподзоленные суглинистые почвы и их оглеенные виды в низинном Закарпатье.

II группа. Среднее содержание молибдена в пахотном слое почв колеблется от 0,8 до 1,2 $\text{мг}/\text{кг}$ почвы. К этой группе отнесены лишь черноземы и дерновые карбонатные почвы на элювии карбонатных пород, залегающих на Крымском полуострове.

III группа объединяет почвы, в пахотном слое которых содержится в среднем от 1,2 до 1,6 мг молибдена на 1 кг почвы. Эта группа представлена бурыми лесными и коричневыми горными почвами Крыма, распространенными вдоль Южного побережья, дерновыми песчаными и дерновыми оподзоленными суглинистыми почвами и их оглеенными видами, а также черноземами на рыхлых породах и песках центральной степи.

IV группа. Сюда входят почвы со средним содержанием молибдена в пахотном слое в пределах 1,6—2,4 $\text{мг}/\text{кг}$. Эта группа почв представлена на юге Украины черноземами южными малогумусными и слабогумусированными, а также темно-каштановыми остаточно-солонцеватыми, темно-каштановыми солонцеватыми и каштановыми солонцеватыми почвами. К этой группе отнесены также луговые и лугово-болотные почвы, в том числе галогенные, лесостепи и центральной степи.

V группа объединяет почвы с содержанием молибдена в пахотном слое в пределах 2,4—3,2 $\text{мг}/\text{кг}$ почвы. Это наиболее богатые молибденом почвы, они занимают основную часть территории Украины. Сюда входят черноземы обыкновенные среднегумусные, черноземы оподзоленные, черноземы мощные малогумусные и слабогумусированные и черноземы мощные среднегумусные, среднее содержание молибдена в которых составляет около 2,8 $\text{мг}/\text{кг}$ почвы. Несколько больше молибдена (3,1 $\text{мг}/\text{кг}$) содержится в черноземах обыкновенных мало- и среднегумусных глубоких, черноземах обыкновенных среднегумусных, малогумусных и малогумусных неглубоких центральной степи. Максимальное среднее содержание молибдена наблюдается в черноземах и дерновых щебнистых почвах на элювии плотных некарбонатных пород в Донбассе.

Таким образом, наибольшее содержание молибдена отмечается в черноземах, что согласуется с данными В. А. Ковды, И. В. Якушевской и А. Н. Тюрюканова (1959).

Как следует из рис. 5, почвенный покров Украины по содержанию молибдена четко разделяется на три зоны: на севере — минимальное содержание молибдена (0,4—0,8 $\text{мг}/\text{кг}$ почвы), вся центральная часть представлена почвами с наибольшим содержанием молибдена (2,4—3,2 $\text{мг}/\text{кг}$), юг республики выделяется в третью зону, где почвы содержат промежуточное количество молибдена (1,6—2,4 $\text{мг}/\text{кг}$).

В табл. 5 приведено содержание молибдена в пахотном слое наиболее распространенных почвенных разностей Украины.

Таблица 5

Содержание молибдена в пахотном слое почв Украины, мг/кг почвы

Почвы	Зона	Число образцов	Среднее содержание	Пределы колебаний
Дерново-слабоподзолистые песчаные и глинисто-песчаные, дерново-среднеподзолистые супесчаные, дерновые песчаные, дерновые оподзоленные суглинистые и их оглеенные виды	Полесье, Закарпатье низинное, степь сухая	21	0,65	0,37—1,25
Светло-серые, серые и темно-серые лесные оподзоленные	Полесье	13	0,76	0,40—1,70
Черноземы и дерновые карбонатные на элювии карбонатных пород	Крым	10	0,98	0,50—2,32
Бурые лесные и коричневые горные	Крым	15	1,30	0,40—3,10
Дерновые песчаные, дерновые оподзоленные суглинистые и их оглеенные виды, черноземы на рыхлых породах и песках	Степь центральная	9	1,50	0,70—2,50
Черноземы и дерновые карбонатные на элювии карбонатных пород	То же	7	1,70	1,30—2,40
Черноземы южные малогумусные и слабогумусированные	Крым	15	2,01	0,50—3,30
Луговые, лугово-болотные и болотные, в т. ч. галогенные	Степь центральная, лесостепь	25	2,25	1,10—3,00
Темно-каштановые остаточно-солонцеватые, темно-каштановые солонцеватые и каштановые солонцеватые	Степь сухая	18	2,38	0,90—2,90
Черноземы южные малогумусные и слабогумусированные	Степь южная и сухая	16	2,40	0,50—3,30
Черноземы обыкновенные среднегумусные	Лесостепь	8	2,42	0,80—3,30
Светло-серые, серые и темно-серые лесные оподзоленные	»	29	2,67	0,50—4,02
Лугово-черноземные солонцеватые почвы, черноземы солонцеватые и солонцы	Лесостепь, степь центральная, южная и сухая	35	2,75	1,90—3,40
Черноземы оподзоленные	Лесостепь	20	2,77	1,40—3,40
Черноземы мощные малогумусные и слабогумусированные, черноземы мощные среднегумусные	»	53	2,81	1,20—3,30
Черноземы обыкновенные мало- и среднегумусные глубокие, среднегумусные, малогумусные и малогумусные неглубокие	Степь центральная	41	3,10	1,50—4,00
Черноземы и дерновые щебнистые почвы на элювии плотных некарбонатных пород	Донбасс	28	3,17	1,50—4,20

БОР

Распределение бора в почвенном покрове Украины представлено на рис. 6. Колебания в содержании бора в пахотном слое очень широки — от 0,6 до 148 мг/кг почвы, при весьма значительном интервале средней арифметической, от 2,6 до 74,8 мг на 1 кг почвы. В соответствии с градацией Н. Г. Зырина (1968) почвы Украины разделены на девять групп.

I группа объединяет почвы со средним содержанием бора в пахотном слое в пределах 1—9 мг/кг почвы. Это почвы Полесья — дерново-слабоподзолистые песчаные и глинисто-песчаные, дерново-среднеподзолистые супесчаные, дерново-среднеподзолистые оглеенные суглинистые. К этой

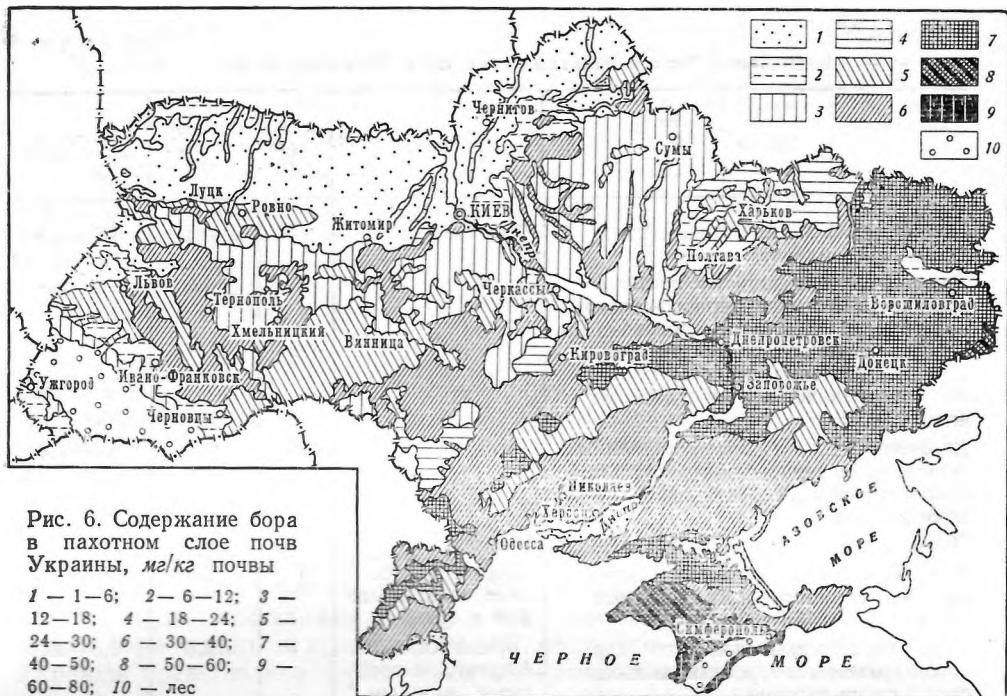


Рис. 6. Содержание бора в пахотном слое почв Украины, мг/кг почвы

*1 — 1—6; 2 — 6—12; 3 —
12—18; 4 — 18—24; 5 —
24—30; 6 — 30—40; 7 —
40—50; 8 — 50—60; 9 —
60—80; 10 — лес*

же группе отнесены светло-серые, серые и темно-серые лесные оподзоленные почвы Полесья.

II группа охватывает почвы со средним содержанием бора в пахотном слое в пределах 6—12 мг/кг. Почвы, входящие в эту группу, имеют малый удельный вес в почвенном покрове республики. Это дерново-среднеподзолистые оглеенные супесчаные и дерново-среднеподзолистые и сильноподзолистые поверхностно-оглеенные почвы лесостепи, луговые, лугово-болотные и болотные почвы Полесья, а также дерновые песчаные и дерновые оподзоленные суглинистые дюнки и их оглеенные виды лесостепи и степи.

III группа. Почвы, содержащие в пахотном слое бора в среднем 12–18 мг/кг. Это прежде всего черноземы мощные малогумусные и слабогумусированные лесостепи. В эту группу включены также бурые горнолесные щебнистые, дерново-буровоземные, буровоземно-подзолистые и горнолуговые почвы Карпатского предгорья, Горных Карпат и Закарпатского предгорья.

IV группа. Почвы, в пахотном слое которых бора содержится в среднем от 18 до 24 мг/кг. В эту группу входят лишь черноземы мощные среднегумусные лесостепи.

В группу. Почвы со средним содержанием бора в пахотном слое в пределах 24—30 мг/кг. В эту группу включены светло-серые, серые и темно-серые лесные оподзоленные почвы лесостепи. По среднему содержанию в эту группу из почв лесостепи попадают и лугово-черноземные солонцеватые почвы, черноземы солонцеватые и солонцы, а также черноземы обыкновенные малогумусные неглубокие центральной степи (исключая Донбасс).

хвойные малогумусные почвенные центральной степи (исключая Донбасс). VI группа объединяет почвы со средним содержанием бора в пахотном слое в пределах 30—40 мг/кг. В эту группу нами отнесены черноземы оподзоленные лесостепи, черноземы обыкновенные мало- и среднегумусные центральной степи (за исключением Донбасса), лугово-черноземные солонцеватые почвы, черноземы солонцеватые и солонцы, а также темно-каштановые остаточно-солонцеватые почвы южной и сухой степи и черноземы южные малогумусные и слабогумусированные.

VII группа охватывает почвы, содержание бора в пахотном слое которых в среднем составляет от 40 до 50 мг/кг. Из почв, распространенных в Дон-

Таблица 6

Содержание бора в пахотном слое почв Украины, мг/кг почвы

Почвы	Зона	Число образцов	Среднее содержание	Пределы колебаний
Светло-серые, серые и темно-серые лесные оподзоленные	Полесье	5	3,2	1,9—4,5
Дерново-слабоподзолистые песчаные и глинисто-песчаные, дерново-средне-подзолистые супесчаные, дерново-среднеподзолистые оглеенные супесчаные, дерновые песчаные, дерновые оподзоленные суглинистые и их оглеенные виды	»	32	4,3	0,6—8,8
Дерново-среднеподзолистые оглеенные супесчаные и дерново-среднеподзолистые и сильноподзолистые поверхности-оглеенные	Лесостепь	9	7,4	5,8—9,4
Луговые, лугово-болотные и болотные	Полесье	9	7,6	5,0—11,4
Дерново-песчаные, дерновые оподзоленные суглинистые и их оглеенные виды	Лесостепь, степь центральная, южная и сухая	11	7,9	3,0—18,0
Бурые горно-лесные щебнистые, дерново-буровоземные, буровоземно-подзолистые и горно-луговые	Горные Карпаты, Карпатское предгорье и Закарпатское предгорье	8	12,8	6,3—30,0
Черноземы мощные малогумусные и слабогумусированные	Лесостепь	28	17,1	7,2—30,0
Черноземы мощные среднегумусные	»	15	22,7	7,4—52,0
Светло-серые, серые и темно-серые лесные оподзоленные	»	44	26,8	11,0—45,0
Черноземы обыкновенные малогумусные неглубокие	Степь центральная (без Донбасса)	6	27,0	25,0—28,0
Лугово-черноземные солонцеватые почвы, черноземы солонцеватые и солонцы	Лесостепь	15	27,7	9,0—58,0
Темно-каштановые остаточно-солонцеватые	Степь сухая	5	33,5	32,0—35,0
Черноземы и дерновые карбонатные на алювии карбонатных пород	Донбасс	7	35,0	24,0—44,0
Черноземы южные малогумусные и слабогумусированные	Степь южная и Крым	12	36,2	30,0—46,0
Лугово-черноземные солонцеватые почвы, черноземы солонцеватые и солонцы	Степь южная	7	37,3	23,0—46,0
Черноземы обыкновенные мало- и среднегумусные	Степь центральная (без Донбасса)	6	38,0	23,0—62,0
Черноземы оподзоленные	Лесостепь	31	39,6	12,0—60,0
Черноземы обыкновенные малогумусные неглубокие	Донбасс	8	41,2	27,0—54,0
Черноземы обыкновенные малогумусные	Степь центральная	14	41,7	25,0—70,0
Темно-каштановые и каштановые солонцеватые	Степь сухая	27	42,0	
Черноземы и дерновые щебнистые на алювии плотных некарбонатных пород	Донбасс	26	42,8	17,0—74,0
Луговые, лугово-болотные и болотные в т. ч. галогенные, лугово-черноземные солонцеватые почвы, черноземы солонцеватые и солонцы	Степь центральная	19	44,7	11,0—80,0
Черноземы обыкновенные среднегумусные	Донбасс	19	48,0	27,0—68,0

Табл. 6 (окончание)

Почвы	Зона	Число образцов	Среднее содержание	Пределы колебаний
Черноземы обыкновенные мало- и среднегумусные глубокие	Донбасс	12	52,0	39,0—58,0
Черноземы и дерновые карбонатные на элювии карбонатных пород	Крым	25	56,0	
Бурые лесные и коричневые горные	»	49	74,9	63,0—148,0

бассе, в эту группу входят черноземы обыкновенные малогумусные, черноземы обыкновенные малогумусные неглубокие, черноземы и дерновые почвы щебнистые на элювии плотных некарбонатных пород, а также черноземы обыкновенные среднегумусные.

В этой же группе находятся луговые и лугово-болотные, в том числе галогенные почвы, лугово-черноземные солонцеватые почвы, черноземы солонцеватые и солонцы центральной степи, а также темно-каштановые и каштановые солонцеватые почвы сухой степи.

VIII группу составляют почвы, в пахотном слое которых среднее содержание бора лежит в пределах 50—60 мг/кг. Эта группа на территории Украины представлена черноземами обыкновенными мало- и среднегумусными глубокими Донбасса, черноземами и дерновыми карбонатными почвами на элювии карбонатных пород Крыма.

IX группа объединяет почвы с максимальным средним содержанием бора в пахотном слое, равным 60—80 мг/кг. Такое содержание наблюдается лишь в почвах Южного побережья Крыма — бурых лесных и коричневых горных почвах.

Как следует из представленной картосхемы (рис. 6), почвы севера республики значительно беднее бором, чем почвы ее южной половины. Об этом можно судить и по цифровому материалу, представленному в табл. 6.

Таким образом, приведенные данные и картосхемы содержания кобальта, марганца, цинка, меди, молибдена и бора в пахотном слое почв Украины дают наглядное представление о характере распределения микроэлементов в почвенном покрове Украинской ССР.

ЛИТЕРАТУРА

- Андрющенко Г. О., Дзаман Т. Д. Валові кількості деяких мікроелементів у ґрунтах Західного Полісся. — Наукові праці Львівськ. с-г. ін-ту, т. 17. «Шляхи підвищення родючості ґрунтів і культури землеробства в умовах західних районів УРСР». Львів — Дубляни, 1968.
- Білан А. М. Особливості поширення і міграції мікроелементів у ґрунтах Західного Лісостепу України. — Наукові праці Львівськ с.-г. ін-ту, т. 17. «Шляхи підвищення родючості ґрунтів і культури землеробства в умовах західних районів в УРСР». Львів — Дубляни, 1968.
- Большаков В. А. Поляграфический метод определения и содержания микроэлементов (Mn , Cu , Zn и Mo) в почвах виноградников Крыма. — Автореф. канд. дисс. МГУ, 1965.
- Веретек М. С. Содержание микроэлементов в почвах и кормах. «Применение микроэлементов, полимеров и радиоактивных изотопов в сельском хозяйстве». — Труды координационного совещания проблемной комиссии УАСХН от 27—28 марта 1961 г., вып. II. Киев, Сельхозгиз УССР, 1962.
- Власюк П. А. Марганцеве живлення і удобрення рослин. Київ, Вид-во Укр.АСГН, 1962.
- Власюк П. А. Биологические элементы в жизнедеятельности растений. Киев, «Наукова думка», 1969.
- Горбачева А. Е. Содержание и закономерности распространения молибдена в почвах Донбасса. Автореф. канд. дисс. Харьков, 1969.
- Григорьев В. Л. Дерново-подзолистые поверхностно-оглеенные почвы Прикарпатья, их свойства и способы улучшения. — Автореф. канд. дисс. Киев, 1964.
- Дзаман Т. Д. Вміст мікроелементів у ґрунтах Західного Полісся України. — Вісник с.-г. науки, 1969, № 4.

- Добрицкая Ю. И., Журавлева Е. Г., Орлова Л. П., Ширинская М. Г.** Содержание цинка, меди, кобальта и молибдена в некоторых почвах Европейской части СССР.— «Микроэлементы в сельском хозяйстве и медицине». Материалы IV Всесоюзн. совещания по вопросам применения микроэлементов в сельском хозяйстве и медицине. Киев, Сельхозгиз УССР, 1963.
- Добрицкая Ю. И., Журавлева Е. Г., Орлова Л. П., Ширинская М. Г.** Цинк, медь, кобальт, молибден в некоторых почвах Европейской части СССР.— В кн. «Микроэлементы в некоторых почвах СССР». М., «Наука», 1964.
- Добролюбский О. К., Козуля Т. М.** Содержание меди в некоторых черноземах и сельскохозяйственных культурах юга Украины.— Агрономия, 1966, № 3.
- Добролюбский О. К., Рыжа В. К., Федоренко И. В., Живицкая Л. И.** О содержании некоторых микроэлементов в южном черноземе и в винограде. Роль микроэлементов в сельском хозяйстве.— Труды 2-го межвузовского совещания по микроэлементам. Изд-во МГУ, 1961.
- Зырин Н. Г.** Узловые вопросы учения о микроэлементах в почвоведении.— Доклад по опубликованным работам на соискание уч. степ. доктора биол. наук. МГУ, 1968.
- Зырин Н. Г., Большаков В. А.** Содержание марганца, цинка и молибдена в почвах виноградников Крыма.— Агрономия, 1964, № 7.
- Зырин Н. Г., Пацукевич З. В.** О варьировании содержания микроэлементов в почвах Крыма.— Почвоведение, 1964а, № 11.
- Зырин Н. Г., Цацукиевич З. В.** Бор в породах и почвах Крыма.— Агрономия, 1964б, № 6.
- Зырин Н. Г., Симонов В. Д.** Варьирование содержания подвижных Mn и Zn в карбонатном черноземе Крымской области.— Агрономия, 1967, № 5.
- Ковда В. А., Якушевская И. В., Тюрюканов А. Н.** Микроэлементы в почвах Советского Союза. Изд-во МГУ, 1959.
- Козуля Т. М.** Содержание меди в некоторых черноземах и сельскохозяйственных культурах юга Украины.— Доклады научной конференции Одесск. с.-х. ин-та. Одесса, 1965.
- Корбут Г. А.** Содержание бора, марганца, цинка и меди в черноземах лесостепной зоны Житомирской области.— «Микроэлементы в сельском хозяйстве и медицине». Республиканский межведомственный сборник. Киев, «Наукова думка», 1966а.
- Корбут Г. А.** Содержание бора, меди, марганца и цинка в серых оподзоленных почвах лесостепной зоны Житомирской области.— В сб. «Почвенные условия и эффективность удобрений», вып. 2. Киев, 1966б.
- Лабий О. М.** Валовое содержание некоторых микроэлементов в почвах Ивано-Франковской области в зависимости от почвенно-климатических зон.— Всесоюзное Межвузовское совещание по проблеме «Микроэлементы и естественная радиоактивность». Тезисы докладов, кн. I. Петрозаводск, 1965.
- Мещенко В. М., Котелянская Л. И.** Содержание фтора, хлора, марганца, брома, йода, железа и кобальта в объектах внешней среды Закарпатской области.— «Микроэлементы в сельском хозяйстве и медицине». Материалы IV Всесоюзн. совещания по вопросам применения микроэлементов в сельском хозяйстве и медицине. Киев, Сельхозгиз, 1963.
- Муляричук М. Д.** Содержание марганца и его подвижных форм в почвах и кормах степи юга Украины.— «Применение микроэлементов, полимеров и радиоактивных изотопов в сельском хозяйстве». Труды координационного совещания проблемной комиссии УАСХН от 20—21 апреля 1960 г., вып. I, Киев, Изд-во Укр.АСХН, 1962.
- Охрименко М. Ф.** Влияние марганца и цинка на урожай зерна кукурузы и зависимости от содержания их в почвах.— «Микроэлементы в сельском хозяйстве и медицине». Материалы IV Всесоюзн. совещания по вопросам применения микроэлементов в сельском хозяйстве и медицине. Киев, Сельхозгиз УССР, 1963.
- Рудакова Э. В., Ширяева З. И.** Содержание цинка в почвах УССР.— «Микроэлементы в сельском хозяйстве и медицине». Материалы IV Всесоюзного совещания по вопросам применения микроэлементов в сельском хозяйстве и медицине. Киев, Сельхозгиз УССР, 1963.
- Сироченко И. А., Печура А. Л., Гавrilova Н. И.** Содержание молибдена в почвах Украинской ССР.— «Микроэлементы в сельском хозяйстве и медицине». Материалы IV Всесоюзн. совещания по вопросам применения микроэлементов в сельском хозяйстве и медицине. Киев, Сельхозгиз УССР, 1963.
- Содержание микроэлементов в почвах Украинской ССР. Под ред. П. А. Власюка. Киев. «Наукова думка», 1964.
- Троицкий Е. П.** Содержание некоторых микроэлементов в системе почва — виноградный лист — ягода — кино.— «Микроэлементы в сельском хозяйстве и медицине». Труды Всесоюзного совещания по микроэлементам, Рига, март 1955 г. Изд-во АН ЛатвССР, 1956.
- Шкварук Н. М., Мойсейченко В. Ф., Христич Н. С.** Содержание микроэлементов в яблоне.— «Применение микроэлементов в сельском хозяйстве». Республиканский межведомственный сборник. Киев, «Наукова думка», 1965.
- Щетинина Л. Л.** Микроэлементы в почвах и растениях Центрального Полесья УССР.— Автореф. докт. дисс. Омск, 1967.
- Щетинина Л. Л., Корбут Г. А., Мержвинская И. М.** Микроэлементы в почвах Житомирской области.— В сб. «Почвенные условия и эффективность удобрений». Кишинев, «Карта Молдовеняскэ», 1963.

ПОЛЕСЬЕ УКРАИНСКОЙ ССР

АГРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ ПОЛЕСЬЯ

Зона Полесья занимает примерно 18,3 % территории УССР. В общем балансе земельных угодий на долю пашни здесь приходится сравнительно немного — 35,1 % (Зинченко, 1965). Однако в Полесье есть большие возможности для расширения площади пахотного фонда — за счет освоения заболоченных почв, уничтожения кустарников и т. д.

Почвенный покров Полесья представлен в основном дерново-подзолистыми почвами. Вместе с серыми, темно-серыми лесными почвами и оподзоленными черноземами в центральном Полесье, охватывающем Житомирскую, Ровенскую и Волынскую области, они составляют 72,2 % общей площади (Канивец, 1965 — данные Г. Н. Самбура). Дерново-подзолистые почвы, занимающие 60 % общей площади Полесья, по степени оподзоленности делятся на слабо-, средне- и сильнооподзолистые. Дерново-слабоподзолистые почвы обычно покрывают склоны. Они не имеют сплошного элювиального горизонта и характеризуются наличием в профиле очень тонких, уплотненных иллювиальных прослоек. Это относится в основном к нижним горизонтам профиля (80—90 см). Площадь этих почв составляет около 875 тыс. га. Обширные площади занимают плодородные луговые и дерновые почвы (1706 тыс. га). Луговые почвы (500 тыс. га) приурочены в основном к поймам рек.

Пахотные земли в Полесье расположены в основном на дерново-средне-подзолистых супесчаных оглеенных и неоглеенных почвах, занимающих около 1150 тыс. га. Эти почвы отличаются четкой дифференциацией профиля, большим содержанием питательных веществ по сравнению со слабо-подзолистыми и относятся к лучшим пахотным почвам Полесья (Вернандер, 1969). Расположены они в основном на широковолнистых равнинах (и на водоразделах).

Большие площади заняты торфяниками и торфяно-болотными почвами (860 тыс. га). Это перспективные почвы, первоочередной объект мелиоративных работ. Незначительные площади заняты дерново-сильноподзолистыми почвами, которые приурочены к пониженным участкам, отличающимся близким залеганием грунтовых вод, а также дерново-карбонатными, серыми и светло-серыми лесными оподзоленными почвами.

Как известно, почвы подзолистого типа сформировались на различных песчаных отложениях водно-ледникового происхождения. На территории Полесья преобладают флювиогляциальные подморенные и надморенные отложения, характерной чертой которых является легкий механический состав (пески, оглиненные пески, супеси). Повышенные участки рельефа покрыты супесями, а пески приурочены к пониженным участкам.

Широко распространены моренные отложения, преимущественно супесчаного механического состава. Эти отложения перекрываются флювиогляциальными наносами и редко выходят на поверхность. Морена залегает на небольшой глубине под песчаными отложениями (100—150 см), что сказывается на процессах почвообразования, а также на агрономических свойствах почв.

На территории Полесья значительно распространены также древнеаллювиальные отложения, главным образом песчаного механического состава (Вернандер, 1969), причем наряду с мощными песчаными толщами, уходящими вглубь на несколько метров, имеются 1—1,5-метровые отложения. Последние, как правило, подстилаются водоупорными глинистыми породами, что вызывает заболачивание почв.

Очень малый процент среди почвообразующих пород Полесья составляют лёссы, которые залегают островками и приурочены к надпойменным террасам рек (Вернандер, 1969). Все вышеперечисленные отложения являются почвообразующими породами.

ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫЕ ПОЧВЫ

Согласно существующим представлениям дерново-подзолистые почвы образуются под пологом осветленных хвойных и смешанных лесов с травянистой растительностью. Большое количество травянистой растительности способствует накоплению гумуса и образованию дернового горизонта. В результате применения различных агротехнических приемов дерново-подзолистые почвы постепенно окультуриваются.

Многообразие свойств почв подзолистого типа не исключает, однако, наличия общих черт, характеризующих эти почвы.

Агрофизические свойства

Дерново-подзолистые почвы песчаного и супесчаного механического состава характеризуются низкой влагоемкостью, слабой водоудерживающей способностью, высокой водопроницаемостью, очень низкой гигроскопичностью, бедностью поглощенными основаниями и слабой буферностью. Серьезным недостатком является также низкая обеспеченность питательными веществами, в первую очередь подвижными формами азота, фосфора и калия.

Положительные агрономические свойства этих почв заключаются в отсутствии переувлажнения и сравнительно быстром наступлении сроков сельскохозяйственных работ, в относительной легкости обработки.

Положительный баланс влаги в условиях Полесья в комплексе с агротехническими и мелиоративными мероприятиями, рациональное применение органических и минеральных удобрений дают возможность превратить эти почвы в жемчужину земледелия Советского Союза (Крупский, Вешко, 1959).

Плодородие этих почв и эффективность удобрений тесно связаны с генетическими особенностями, а также с водно-физическими, физико-химическими, химическими и биохимическими свойствами. Известно, что от таких показателей, как емкость поглощения и состав поглощенных оснований, pH, содержание гумуса, валовые запасы питательных веществ и наличие подвижных форм последних, а также механический состав, зависит плодородие почвы и, следовательно, уровень урожайности сельскохозяйственных культур.

Водно-воздушные свойства. Дерново-подзолистые почвы легкого механического состава, как правило, бесструктурны. Общая скважность пахотного слоя составляет 40—42 %, что способствует быстрому передвижению влаги. Незначительное содержание глинистых частиц обуславливает низкую влагоемкость и водоудерживающую способность, поэтому здесь для оценки возможности сельскохозяйственного использования существенное значение имеет глубина залегания водоупорного горизонта. Неглубокое залегание этого горизонта способствует лучшему снабжению растений водой, однако слишком близкое залегание его к поверхности может вести к заболачиванию. По сравнению с суглинистыми разностями дерново-под-

золистые почвы супесчаного и песчаного механического состава содержат низкое количество недоступной влаги.

Физические свойства дерново-подзолистых почв легкого механического состава могут, в частности, изменяться при внесении органических удобрений.

Таблица 1
Механический состав дерново-подзолистых почв различных пунктов Полесья

Вариант опыта	Глубина, см	Размер частиц, мм							
		1—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	0,001—0,0005	>0,001	0—V
Житомирская опытная станция									
Без удобрений	0—20	24,3	27,2	32,4	3,9	3,6	8,4	15,9	84,6
	20—40	26,3	31,3	28,8	5,3	1,1	7,0	13,4	86,5
	40—60	38,1	41,5	11,6	1,6	0,2	6,8	8,6	91,3
	60—80	50,6	28,7	8,7	0,7	0,7	10,4	11,9	88,1
	80—100	31,2	32,5	16,6	2,8	1,3	15,5	19,6	80,3
80 т/га торфо-навоза + $N_{335}P_{210}K_{340}$ (за 1947—1968 гг.)	0—20	12,2	33,3	37,4	6,5	2,1	8,3	17,0	83,0
	20—40	17,6	28,1	38,6	5,0	4,6	5,9	15,5	84,4
	40—60	27,1	32,2	28,3	4,6	0,6	7,1	12,3	87,6
	60—80	28,3	31,0	16,7	2,4	3,5	17,9	43,9	76,1
	80—100	22,0	37,3	17,8	1,5	2,4	18,7	22,7	77,2
Овручский госсортотуристок									
122 т/га навоза + $N_{720}P_{1000}K_{1300}$ (за 1945—1968 гг.)	0—20	1,6	20,9	60,9	4,2	4,1	8,0	16,4	83,5
	20—40	1,1	16,4	63,5	3,5	5,6	9,5	18,8	81,1
	40—60	1,6	18,0	53,1	3,5	5,4	18,1	27,1	72,8
	60—80	1,8	20,3	53,0	4,3	1,0	19,3	24,7	75,2
	80—100	2,3	24,9	56,9	0,9	2,5	12,2	15,7	84,2
Щорский госсортотуристок									
128 т/га навоза + $N_{400}P_{530}K_{890}$ (за 1945—1968 гг.)	0—20	1,6	34,1	46,2	5,9	5,0	6,9	18,0	81,9
	20—40	1,6	34,1	47,6	4,8	3,6	8,0	16,5	83,4
	40—60	1,4	37,3	42,3	2,0	5,3	11,5	18,9	81,0
	60—80	1,3	39,4	39,5	3,1	1,2	15,2	19,6	80,3
	80—100	3,4	41,5	37,4	2,4	2,2	12,8	17,5	82,4
Колхоз «Большевик» Шосткинского района Сумской области									
Средне окультуренная почва (половой севооборот)	0—20	4,6	33,3	44,4	2,6	4,4	10,4	17,5	82,4
	20—40	3,0	29,6	48,0	6,1	3,9	9,2	19,3	80,6
	60—80	1,3	26,5	54,6	1,8	1,0	14,6	16,5	83,4
	80—100	1,6	32,7	46,1	1,2	1,4	16,8	19,4	80,5
Хорошо окультуренная почва (технический севооборот)	0—20	6,2	45,0	33,5	4,1	1,5	9,5	15,1	84,8
	20—40	13,4	39,5	34,5	2,0	1,8	8,5	12,4	87,5
	40—60	13,0	41,3	32,3	4,6	3,0	5,5	13,3	86,6
	60—80	16,3	35,9	29,3	2,7	1,8	13,6	17,3	82,6
	80—100	5,0	40,9	34,7	1,1	0,8	17,3	19,3	80,6

Механический состав

По механическому составу песчаные и супесчаные дерново-подзолистые почвы не однородны, хотя в большинстве их видов преобладают фракции крупных частиц. Неоднородность этих почв объясняется в большинстве случаев особенностями материнских пород, на которых они образовались. Однако верхние горизонты почв не всегда отражают механический состав подстилающих пород. Нередко песчаные и супесчаные почвы образуются на песчаных наносах, подстилаемых моренными отложениями суглинистого механического состава.

Внесение удобрений как в малых, так и в больших дозах слабо отражается на механическом составе почв.

Исследованные почвы содержат одинаково мало илистой фракции, процент которой в нижележащих слоях часто выше, чем в пахотном слое. По количеству частиц больше 0,01 мм почвы практически не различаются между собой, за исключением отдельных колебаний по профилю. Это в такой же мере относится и к частицам меньше 0,01 мм (табл. 1).

Химические свойства

Характеризовать химические свойства песчаных и супесчаных дерново-подзолистых почв по данным валового анализа сложно, потому что они имеют очень мало частиц диаметром меньше 0,01 мм , а эта фракция, как известно, является главным вместеищем питательных веществ. Основная масса этих почв состоит из кремнезема. Этим и объясняется относительное постоянство и слабая изменчивость их химического состава (табл. 2). Распределение SiO_2 и Fe_2O_3 в илестой фракции подчинено в основном тем же закономерностям, что и во всей почве.

Содержание гумуса в почвах данного типа колеблется в значительных пределах, что обусловлено как генетическими особенностями, так и внесением удобрений, в первую очередь органических (Городний, 1960, и др.). Количество гумуса увеличивается только при внесении высоких доз органических удобрений.

Данные табл. 3 показывают, что количество гумуса на варианте без удобрений несколько ниже, чем на варианте, удобренном органо-минеральной смесью. Наибольшее количество гумуса сосредоточивается в слоях почвы 0—20 и 20—40 см , уменьшаясь книзу и несколько увеличиваясь снова на глубине 80—100 см , что указывает на перемещение гумуса по профилю почвы. Отношение углерода гуминовых кислот к углероду фульвокислот различное для разных слоев, причем наиболее широко оно для пахотных слоев.

Следует также отметить, что перемещение органического вещества по профилю происходит интенсивнее в песчаных почвах по сравнению с почвами более тяжелого механического состава вследствие большей их водопроницаемости.

Содержание азота (общего и подвижных форм) в дерново-подзолистых почвах подвержено значительным колебаниям.

Анализируя данные табл. 4, следует отметить, что по содержанию азота в пахотном и подпахотном слоях дерново-подзолистая почва технического севооборота колхоза «Большевик» Сумской области значительно отличается от других исследованных почв. В этом севообороте десятки лет вносили повышенные дозы органических удобрений.

Внесение на протяжении 18 лет одних только минеральных удобрений, суммарное количество которых за указанный период составило $\text{N}_{380}\text{P}_{240}\text{K}_{440}$, не повысило содержания азота в пахотном слое и лишь несколько увеличило в нижних слоях почвы.

Таблица 2

Химический состав дерново-среднеподзолистой супесчаной почвы и ее илистой фракции,
% на прокаленную навеску (данные М. К. Божко, 1967)

Генетические горизонты*	Глубина, см	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MnO	CaO	MgO	K ₂ O	N ₂ O	P ₂ O ₅
Почва										
НЕ	0—20	92,47	0,47	0,59	0,59	0,59	0,41	1,23	0,31	0,10
Е	30—40	94,68	0,36	3,01	0,018	0,62	0,41	0,98	0,27	0,06
I	50—60	90—30	1,14	5,47	0,017	0,58	0,13	1,27	0,33	0,10
Р	90—110	94,34	0,87	3,24	0,013	0,66	0,13	0,73	0,37	0,09
Илистая фракция										
НЕ	0—20	59,53	6,03	25,06	0,57	0,66	1,74	3,69	2,42	1,21
Е	30—40	59,53	6,03	26,77	0,57	0,30	1,61	3,71	2,77	0,98
I	50—60	52,25	9,14	28,69	0,13	0,15	1,38	3,48	2,66	0,85
Р	90—100	55,90	8,41	26,22	0,063	0,15	1,54	3,75	2,83	0,93

* Для обозначения генетических горизонтов в сборнике употребляются латинские прописные буквы:
Н — гумусовый горизонт, Е — элювиальный (подзолистый); И — иллювиальный, Р — материнская порода, Т — торф, А — аллювий, S — наличие солей, GL — глей, К — карбонаты.

Основные индексы расшифровываются следующим образом:

h — слабая гумусированность (или гумусовая окраска),

e — элювиированность;

i — иллювиальность;

gl — оглеенность;

k — карбонатность;

c — слитое строение;

t — торфоватость (оторфованность);

(t) — слабая оторфированность;

S (иногда Sc) — засоленность;

mg — мергель;

de1 — делювий;

d — плотнодерновый;

p — малое наличие материнской породы (обычно в верхних или переходных горизонтах);

Специфика генетических горизонтов отражается с помощью сочетания двух и более прописных букв, а также буквенных индексов. К сочетанию прописных букв прибегают при равноправности компонентов, участвующих в формировании горизонта, в то время как индексы обозначают меньшую долю участия компонента. Так, НЕ обозначает гумусово-элювиальный горизонт с равноправным участием обоих компонентов, Не — тот же горизонт, хорошо гумусирован, но слабо элювиирован, Н(е) — здесь элювий возможен или нечетко (неявно) выражен.

Таблица 3

Содержание гумуса по Тюрину и Кононовой в дерново-подзолистых почвах, %

Вариант опыта	Глубина, см				
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100
Житомирская опытная станция					
Без удобрений N ₃₈₀ P ₂₄₀ K ₄₄₀ 80 т/га	0,86	0,32	0,08	0,08	0,10
торфо-навозного компоста +	0,83	0,24	0,07	0,03	0,06
+ N ₃₃₅ P ₂₁₀ K ₃₄₀	1,12	0,33	0,09	0,10	0,12
Колхоз «Большевик» Шосткинского района Сумской области					
Почва средне окультуренная (полевой севооборот)	1,80	0,90	0,50	0,30	0,30
Почва хорошо окультуренная (технический севооборот)	2,60	1,80	0,50	0,40	0,50

Таблица 4

Содержание валового азота в дерново-подзолистых почвах (по методу Гинзбург, 1963), мг/100 г почвы

Вариант опыта	Глубина, см				
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100
Житомирская опытная станция					
Без удобрений	56	28	20	21	23
$N_{380}P_{240}K_{440}$	51	37	30	26	20
80 м/га торфо-навоза + $N_{335}P_{210}K_{340}$	75	37	23	21	20
Овручский госсортучасток					
122 м/га навоза + $N_{720}P_{1000}K_{1300}$	75	39	36	33	28
Щорский госсортучасток					
128 м/га навоза + $N_{400}P_{530}K_{890}$	83	34	27	22	22
Колхоз «Большевик» Шосткинского района Сумской области					
Средне окультуренная почва (полевой севооборот)	100	60	50	30	30
Хорошо окультуренная почва (технический севооборот)	150	100	50	40	40

В пахотном слое всех исследованных нами почв содержится от 2,0 до 7,3 мг легкогидролизуемого азота¹ на 100 г почвы.

Сезонные изменения в содержании легкогидролизуемого азота изучались нами на почвах Житомирской опытной станции. Полученные результаты указывают на некоторое увеличение содержания азота летом по сравнению с весной и осенью. В осенний срок количество азота было несколько ниже, чем летом и весной. Таким образом, сезонная динамика легкогидролизуемого азота в данном случае сходна с динамикой нитратов, характер изменения которых на протяжении вегетационного периода изучали А. И. Душечкин (1925), А. М. Гринченко, П. А. Власюк (1928), В. С. Денисьевский (1926, 1929), П. А. Дмитренко (1957), и др.

Фосфор. По валовым запасам фосфора дерново-подзолистые почвы значительно отличаются от других почвенных типов. Это также относится и к подвижным его формам.

Большую роль в изменении содержания фосфора в почвах играют органические и минеральные удобрения (табл. 5 и 6).

Определение валового фосфора на различно удобренных почвах в разных географических пунктах показало, что при внесении обычных доз фосфорных удобрений P_2O_5 не накапливается в почве даже при длительном внесении (20 лет); только при внесении повышенных доз удобрений содержание валовых запасов фосфора резко возрастает. Содержание валового фосфора значительно варьирует в почвах различных географических пунктов Полесья. Так, в почвах Житомирской опытной станции запасы валового фосфора в пахотном слое составляют 0,05%, а в колхозе «Большевик» на среднеокультуренной почве содержание валового фосфора в 2 раза выше, причем повышенное содержание P_2O_5 наблюдается не только в пахотном и подпахотном слоях, но и гораздо глубже.

Наши исследования показали, что внесение высоких доз органических и минеральных удобрений значительно повышает содержание подвиж-

¹ По методу Тюрина — Кононовой.

Таблица 5

Валовое содержание фосфора (по Гинзбург) в дерново-подзолистых почвах, мг P_2O_5 на 100 г почвы

Вариант опыта	Глубина, см				
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100
Житомирская опытная станция					
Без удобрений	45	26	14	30	32
$N_{380}P_{240}K_{440}$	51	28	14	14	25
80 м/га торфо-навоза + $N_{335}P_{210}K_{340}$	60	30	14	32	24
Овручский госсортотуристок					
122 м/га навоза + $N_{720}P_{1000}K_{1300}$	110	80	107	115	94
Щорский госсортотуристок					
128 м/га навоза + $N_{400}P_{530}K_{890}$	115	86	99	107	94
Колхоз «Большевик» Шосткинского района Сумской области					
Средне окультуренная почва (полевой севооборот)	112	73	75	62	75
Хорошо окультуренная почва (технический севооборот)	168	146	102	97	90

ного фосфора в почвах (табл. 6). В нижележащих слоях почвы количество подвижной P_2O_5 в 0,2 н. HCl-вытяжке увеличивается. Лишь в почве технического севооборота содержание P_2O_5 постепенно убывает с глубиной. Это обусловлено значительным накоплением подвижных фосфатов, особенно в пахотном слое почвы, при внесении высоких доз органических и минеральных удобрений. Увеличение содержания фосфора в нижележащих слоях дерново-подзолистых почв отмечали А. И. Набоких (1911), П. А. Дмитренко (1957) и многие другие исследователи.

Таблица 6

Содержание подвижного фосфора по Кирсанову в дерново-подзолистых почвах, мг P_2O_5 на 100 г почвы

Вариант опыта	Глубина, см				
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100
Житомирская опытная станция					
Без удобрений	0,8	2,0	2,9	2,4	1,3
$N_{380}P_{240}K_{440}$	2,3	2,3	2,1	2,3	3,1
80 м/га торфо-навоза + $N_{335}P_{220}K_{340}$	2,7	2,0	3,1	2,4	1,7
Овручский госсортотуристок					
122 м/га навоза + $N_{720}P_{1000}K_{1300}$	9,4	6,7	14,8	17,7	16,2
Щорский госсортотуристок					
128 м/га навоза + $N_{400}P_{530}K_{890}$	9,4	5,4	13,1	19,5	16,6
Колхоз «Большевик» Шосткинского р-на Сумской области					
Средне окультуренная почва (полевой севооборот)	15,9	8,0	13,4	17,6	18,0
Хорошо окультуренная почва (технический севооборот)	43,5	40,0	32,0	27,0	19,0

Изучение сезонных изменений в содержании фосфора, проводившееся нами на почвах Житомирской опытной станции в течение трех лет (1965—1967 гг.), показало, что динамика подвижной P_2O_5 не подчиняется строгой закономерности. На всех исследованных вариантах в 1965 г. отмечено постепенное падение содержания подвижного фосфора от весны к осени. В 1966 и 1967 гг. на всех вариантах количество фосфора немного уменьшалось от весны к лету и увеличивалось к осени.

Изучение фракционного состава фосфатов проводилось методом Чанга — Джексона, основанным на последовательной обработке навески почвы следующими реактивами: 1,0 н. NH_4C ; 0,5 н. NH_4F ; 0,1 н. $NaOH$ и 0,5 н. H_2SO_4 (табл. 7).

Результаты этих исследований показывают, что наибольшее количество фосфатов, связанных с полуторными окислами, в почвах Житомирской опытной станции обнаружено в пахотном слое почвы. Количество минеральных и органических фосфатов для пахотного слоя примерно одинаково, однако количество органических фосфатов резко уменьшается с глубиной. На варианте, удобренном органо-минеральной смесью, органические фосфаты, переходящие в вытяжку 0,5 н. NH_4F , присутствуют лишь в пахотном и подпахотном слоях. Доминирующее положение в данном случае занимают минеральные формы фосфатов, связанные с алюминием.

Содержание фосфатов, связанных с алюминием и железом, на удобренных вариантах несколько выше, чем на варианте, где удобрения не вносились. В почве Житомирской станции отсутствуют «рыхлосвязанные» фосфаты, фосфаты, связанные с кальцием, а также восстановленно-растворимые фосфаты (дитионитцитратная вытяжка). Окклудированные формы представлены фракцией минеральных фосфатов, связанных с алюминием. Окклудированные фосфаты, связанные с железом, не обнаружено. Таким образом, основное количество фосфатов, полученное методом Чанга — Джексона, относится к группе так называемых активных форм, составляющих для пахотного слоя почвы на контроле 61,1% от валовых запасов фосфора, на вариантах, удобренных минеральными удобрениями и органо-минеральной смесью, — 58,8 и 62,2% соответственно.

Кроме указанных форм фосфатов нами также произведен учет «нерасторимых» фосфатов, т. е. тех, которые остаются неизвлеченными с помощью вытяжек, применяемых в методе Чанга — Джексона. Наименьшее количество неизвлеченного фосфора во всех исследованных вариантах опыта приходится на пахотный слой почвы.

Полученные нами данные по фракционному составу фосфатов позволяют сделать вывод, что фосфатное питание растений на почвах Житомирской станции осуществляется в основном за счет фосфатов железа и алюминия.

В отличие от почвы Житомирской станции в почвах сортучастков существует фракция рыхлосвязанных фосфатов и фракция фосфатов, связанных с кальцием; абсолютное количество извлеченных фосфатов здесь также выше, чем в предыдущем случае. Количество рыхлосвязанных форм наибольшее в пахотном слое.

В отличие от фракции рыхлосвязанных фосфатов фосфаты, связанные с кальцием, в меньшем количестве находятся в пахотном слое почвы, с глубиной эта фракция резко увеличивается. Пониженное содержание фосфатов, связанных с кальцием, в пахотном слое почв обусловлено, по-видимому, выносом их растениями и отчасти перемещением в иллювиальный горизонт.

По количеству фосфатов полуторных окислов почвы сортучастков не значительно различаются между собой. Характер их распределения по профилю имеет одну и ту же закономерность — минимум фосфатов, связанных с алюминием и железом, приходится на слой почвы 20—40 см, ниже и выше содержание фосфатов, связанных с полуторными окислами, возрастает.

Таблица 7

Формы фосфатов в дерново-подзолистых почвах, мг Р₂O₅ на 100 г почвы

Вариант опыта	Глубина, см	Рыхлосвязанные (1 н. NH ₄ Cl)	Минеральные «активные», связанные с			Окисленные и восстановленно-растворимые	Органические	Всего	Неизвлеченные
			Al (0,5 н. NH ₄ F)	Fe (0,1 н. NaOH)	Ca (0,5 н. H ₂ SO ₄)				
Житомирская опытная станция									
Без удобрения	0—20	Нет	6,5	5,5	Нет	1,8	15,4	29,3	10,3
	20—40	»	6,5	5,0	»	1,3	6,5	19,3	9,3
	40—60	»	5,0	5,2	»	1,3	1,0	12,5	4,6
	60—80	»	5,1	6,3	»	1,3	2,2	14,9	12,3
Хорошо окультуренная почва (технический севооборот)	0—20	5,6	23,4	19,9	16,8	10,2	31,0	106,9	56,7
	20—40	5,4	21,8	23,0	14,0	12,8	22,5	99,5	46,7
	40—60	3,5	18,1	16,4	9,7	8,2	15,2	71,1	27,9
	60—80	2,4	14,4	18,6	14,0	8,9	13,4	71,7	23,0
	80—100	0,7	10,5	15,0	12,8	12,2	17,3	68,5	18,1
N ₃₈₀ P ₂₄₀ K ₄₄₀	80—100	Нет	3,1	5,4	Нет	1,8	2,4	12,7	14,6
	0—20	»	7,2	6,3	»	2,5	17,5	32,5	12,4
	20—40	»	5,7	5,2	»	1,3	5,8	18,0	8,3
	40—60	»	5,4	3,8	»	1,3	0,8	11,3	6,3
	60—80	»	6,1	3,3	»	1,3	1,3	12,0	3,1
	80—100	»	5,4	5,2	»	1,8	2,8	15,2	6,2
80 м/га торфо-навоза + + N ₃₉₅ P ₂₁₀ K ₃₄₀	0—20	Нет	8,4	7,1	Нет	2,7	21,8	40,0	10,3
	20—40	»	6,2	6,7	»	1,3	10,2	25,4	11,7
	40—60	»	5,0	4,0	»	1,1	1,8	11,9	5,2
	60—80	»	7,3	6,7	»	1,3	4,1	19,3	14,3
	80—100	»	5,5	6,7	»	1,1	3,7	16,6	13,5
Овручский госсортотуристок									
122 м/га навоза + + N ₇₂₀ P ₁₀₀₀ K ₁₃₀₀	0—20	1,0	10,8	8,3	9,0	6,2	39,1	64,4	35,6
	20—40	0,4	4,3	4,9	13,0	3,7	14,0	40,3	29,7
	40—60	0,5	9,0	13,6	23,5	7,0	14,4	68,0	29,5
	60—80	0,5	7,8	15,2	21,0	6,5	13,2	64,2	40,8
	80—100	0,4	6,1	7,6	16,5	3,5	6,6	40,7	43,1
Щорский госсортотуристок									
122 м/га навоза + + N ₄₀₀ P ₅₃₀ K ₈₉₀	0—20	1,7	14,5	9,2	11,5	5,9	27,3	69,7	35,3
	20—40	0,6	7,0	7,1	9,0	3,5	14,4	41,6	34,7
	40—60	0,9	11,4	10,5	21,8	4,8	8,8	58,2	30,6
	60—80	0,8	14,6	11,9	27,8	4,7	4,5	62,3	35,2
	80—100	0,6	10,3	9,4	23,5	4,0	3,9	54,7	29,1
Колхоз «Большевик»									
Средне окультуренная почва (полевой севооборот)	0—20	1,2	7,6	10,1	11,3	10,2	36,9	77,3	32,1
	20—40	Нет	3,0	5,6	11,3	11,4	25,6	57,5	13,9
	40—60	»	4,5	11,4	12,8	10,2	15,6	54,5	18,1
	60—80	»	2,8	8,4	15,6	8,9	12,4	47,5	11,3
	80—100	»	2,4	9,6	17,8	9,7	12,9	52,4	20,2

Окклюдированные формы на сортоучастках представлены фосфатами, связанными как с алюминием, так и с железом. Окклюдированных фосфатов алюминия значительно больше, чем связанных с железом, особенно в пахотном слое.

Приведенные данные показывают, что внесение удобрений в дозах несколько больших, чем на Житомирской опытной станции, вызывает появление фракций рыхлосвязанных фосфатов и фосфатов кальция. Кроме того, увеличивается абсолютное количество фосфатов, связанных с полуторными окислами, что особенно четко видно при сравнительном изучении фракционного состава фосфатов дерново-подзолистой почвы колхоза «Большевик». Более высокая окультуренность почв колхоза по сравнению с ранее охарактеризованными почвами сказывается прежде всего в значительно большем содержании всех фракций фосфатов, извлекаемых по методу Чанга — Джексона. Обе почвы колхоза содержат фракцию рыхлосвязанных фосфатов, что свидетельствует об относительно высокой обеспеченности легко доступными растениям формами фосфатов. Рыхлосвязанных фосфатов больше в хорошо удобренной почве (технический севооборот), их максимум приходится на пахотный слой. Почвы содержат относительно большое количество фосфатов, связанных с кальцием.

В хорошо удобренной почве количество фосфатов, связанных с полуторными окислами, значительно выше, чем в среднеокультуренной. Соотношение между минеральными и органическими фосфатами в 0,5 н. NH_4F -вытяжке из пахотного слоя среднеокультуренной почвы свидетельствует о большем содержании органических фосфатов. Это в одинаковой мере относится и к фосфатам, переходящим в вытяжку 0,1 н. NaOH . В хорошо удобренной почве, наоборот, преобладают минеральные формы фосфора, связанного с железом и алюминием.

В профиле хорошо удобренной почвы, в отличие от среднеокультуренной, нет резкого перехода в содержании фосфатов алюминия от одного горизонта к другому. Распределение по профилю фосфатов, связанных с железом, не подчинено определенной закономерности. По-видимому, это

Таблица 8

Содержание обменного калия в дерново-подзолистых почвах (по методу Масловой), мг K_2O на 100 г почвы

Вариант опыта	Глубина, см				
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100
Житомирская опытная станция					
Без удобрений	3,0	2,0	1,7	6,1	8,0
$\text{N}_{380}\text{P}_{240}\text{K}_{440}$	4,7	2,6	1,8	3,1	4,0
80 м/га торфо-навоза + $\text{N}_{335}\text{P}_{210}\text{K}_{340}$	4,7	2,5	1,7	8,5	9,4
Овручский госсортопочтак					
122 м/га навоза + $\text{N}_{720}\text{P}_{1000}\text{K}_{1300}$	11,8	4,5	9,9	11,1	6,8
Щорский госсортопочтак					
128 м/га навоза + $\text{N}_{400}\text{P}_{530}\text{K}_{890}$	6,6	4,0	5,6	9,4	10,1
Колхоз «Большевик» Шосткинского района Сумской области					
Среднеокультуренная почва (полевой севооборот)	13,2	3,8	9,7	6,8	10,1
Хорошо окультуренная почва (технический севооборот)	20,2	10,4	5,4	17,4	22,6

объясняется особенностями окислительно-восстановительных процессов в почвенных горизонтах.

Окклюдированные формы фосфатов в хорошо удобренной и среднеокультуренной почвах представлены фосфатами, связанными с алюминием и железом. По количеству их обе почвы практически не различаются, однако если в среднеокультуренной почве окклюдированные фосфаты представлены органической и минеральной формами, то в хорошо удобренной почве минеральная форма окклюдированных фосфатов практически отсутствует. Количество неизвлекаемых фосфатов сравнительно невысокое.

Полученные результаты показывают, что на дерново-подзолистых почвах полуторные окислы железа и алюминия играют главную роль в связывании вносимых фосфорных удобрений.

Калий. Содержание калия в песчаных и супесчаных дерново-подзолистых почвах незначительно. В основном он входит в состав илистой фракции (Маслова, 1938, и др.), чем и объясняется меньшее валовое содержание его по сравнению с глинистыми и суглинистыми разновидностями.

Содержание подвижного калия в исследованных нами почвах представлено в табл. 8. Данные этой таблицы показывают, что для калия характерно наличие в профиле почв двух максимумов содержания. Внесение удобрений как минеральных, так и органических способствует накоплению подвижного калия. Изучение динамики калия на протяжении вегетационного периода в течение трех лет показало, что содержание его подвержено изменениям, характер которых различен в разные годы исследований.

Физико-химические свойства

Физико-химические свойства почвы обусловливаются ее коллоидальной частью (частицами меньше 0,01 мм). Песчаные и супесчаные почвы дерново-подзолистого типа содержат незначительное количество частиц меньше 0,01 мм (см. табл. 1), поэтому и поглотительная способность почв соответственно незначительна (табл. 9). Наибольшая емкость поглощения наблюдается в пахотном слое и слоях, лежащих глубже 50 см, т. е. существует прямая корреляция между количеством илистой фракции и емкостью поглощения.

Таблица 9

Емкость поглощения дерново-подзолистых супесчаных почв, мг-экв на 100 г почвы

Вариант опыта	Глубина, см				
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100
Житомирская опытная станция					
Без удобрений	4,4	3,2	2,2	5,0	6,4
N ₃₈₀ P ₂₄₀ K ₄₄₀	4,9	2,4	2,3	3,3	5,9
80 м/га торфо-навоза+N ₃₃₅ P ₂₁₀ K ₃₄₀	5,0	2,4	2,1	9,0	10,1
Овручский госсортотуристок					
122 м/га навоза+N ₇₂₀ P ₁₀₀₀ K ₁₃₀₀	6,3	5,4	11,5	12,5	7,5
Шорский госсортотуристок					
128 м/га навоза+N ₄₀₀ P ₅₃₀ K ₈₈₀	7,1	4,6	7,3	9,0	7,9
Колхоз «Большевик» Шосткинского района Сумской области					
Среднеокультуренная почва (полевой севооборот)	11,8	10,3	13,0	9,4	10,8
Хорошоокультуренная почва (технический севооборот)	11,1	8,9	4,8	8,6	10,0

На величину емкости поглощения определенно влияет внесение удобрений, в первую очередь органических, которые способствуют также увеличению содержания в почве поглощенных оснований.

Определение состава поглощенных оснований показало, что в дерново-подзолистых супесчаных почвах наибольший удельный вес имеет кальций, несколько меньше магния, совсем мало натрия и калия.

По нашим данным, внесение органических и минеральных удобрений в повышенных дозах ведет к увеличению количества поглощенных оснований, в первую очередь кальция. Увеличение емкости поглощения и содержания поглощенных оснований способствует повышению плодородия дерново-подзолистых супесчаных почв.

В заключение следует отметить, что дерново-подзолистые супесчаные почвы, обладая низким природным плодородием, требуют систематического применения удобрений. При внесении умеренных доз удобрений (80 т/га торфо-навозного компоста и $\text{N}_{335}\text{P}_{210}\text{K}_{340}$ в форме минеральных удобрений за 20 лет) на Житомирской станции содержание подвижного фосфора и калия изменилось незначительно — на $2\text{--}3 \text{ мг}$ на 100 г почвы.

Внесение больших доз органических и минеральных удобрений (колхоз «Большевик») приводит к увеличению содержания гумуса, азота, фосфора и калия, способствует улучшению физико-химических свойств и оккультуриванию почв. При систематическом внесении повышенных доз удобрений изменяется фракционный состав фосфатов почвы. Наиболее заметно увеличивается фракция фосфатов, связанных с полуторными окислами железа и алюминия.

Неблагоприятные для жизни растений особенности этих почв можно изменить путем рациональной обработки, известкования, применения органических и минеральных удобрений.

ЛИТЕРАТУРА

- Божко М. К. Генетические особенности дерново-подзолисто-глеевых почв Полесья УССР. — В сб. «Пути повышения плодородия почв». Киев, «Урожай», 1967.
- Вернандер Н. Б., Агрогрунтові райони Українського Полісся. — Зб. «Агрохімія і ґрунтознавство», вип. 12. Київ, 1969.
- Гинзбург К. Е., Щеглова Г. М., Вульфіус Е. А. Ускоренный метод сжигания почв и растений. — Почтоведение, 1963, № 5.
- Городний Н. Г. Влияние длительного применения удобрений на агрохимические свойства почвы и урожай культур конопляного севооборота. — В сб. «Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы и продуктивность севооборотов», вып. 1. М., 1960.
- Грінченко А. М., Власюк И. А. Динаміка азоту та фосфору і спостереження над вологістю в четверохпідлі в бобовими. Вид-во Уманськ. с.-г. дослідної станції, 1928.
- Денисьевский В. С. Влияние азотного удобрения на мобилизацию фосфорной кислоты в почве. — Зап. Киевск. СХИ, т. 1, 1926.
- Денисьевский В. С. Про вплив рослин на водяно-поживний режим ґрунту. — Київська крайова сільськогосподарська дослідна станція, вип. 28, 1929.
- Дмитренко П. А. Фосфатный режим почв УССР и его улучшение. — Труды Почв. ин-та им. В. В. Докучаева, т. 50, 1957.
- Душечкін А. І. Що зроблено відділом агрохімії ККСГДС щодо вивчення статиси й динаміки поживних речовин у ґрунті. Київська крайова сільськогосподарська дослідна станція. — Біологія, 1925, № 1.
- Зинченко А. С. Экономическая эффективность применения удобрений под технические и зерновые культуры. — В сб. «Удобрение и урожай на Полесье». Киев, «Урожай», 1965.
- Канивец И. И. Агрохимическая характеристика почв Полесья и северной окраины Лесостепи УССР и основные принципы дифференцированного внесения удобрений. — В сб. «Удобрение и урожай на Полесье». Киев, «Урожай», 1965.
- Крупский Н. К., Вешко Э. И. Влияние известкования на накопление гумуса в дерново-слабоподзолистых почвах Полесья и повышение плодородия этих почв. — Труды Украинск. н.-и. ин-та почвоведения, т. IV. Харьков, 1959.
- Маслова А. Л. Калий как элемент почвенного плодородия. — В сб. «Калийные удобрения». Л., 1938.
- Набоких А. И. Состав и происхождение различных горизонтов некоторых южнорусских почв и грунтов. — В сб. «Сельское хозяйство и лесоводство». СПб., 1911.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВНЫХ ТИПАХ ПОЧВ ПОЛЕСЬЯ

Органические и минеральные удобрения имеют очень большое значение для повышения урожайности сельскохозяйственных растений на почвах Полесья. Действие минеральных удобрений на доминирующих почвенных разностях характеризуют обобщенные результаты полевых опытов по изучению эффективности удобрений на ведущих культурах — озимых зерновых, кукурузе, картофеле и льне-долгунце.

Для обобщения были использованы результаты полевых опытов, проведенных преимущественно в 1957—1963 гг. украинскими научно-исследовательскими институтами Земледелия, Земледелия и животноводства западных районов, Институтом картофелеводства, а также сельскохозяйственными опытными станциями: Полесской, Житомирской, Черниговской, Киевской овоще-картофельной, Ровенской, Волынской, Ивано-Франковской и Закарпатской.

Следует отметить, что опыты по изучению отдельных видов удобрений на ведущих сельскохозяйственных культурах в условиях зоны немного и их не всегда можно сравнивать между собой. Большинство полевых опытов проведено с полным минеральным удобрением (NPK). Это сочетание обеспечивало наиболее высокие приrostы урожая, в связи с чем и было взято для характеристики действия минеральных удобрений на урожай основных культур на почвах этой зоны. Результаты всех опытов математически обработаны, при обобщении использовались только те, в которых ошибка не превышала 7 %.

Действие полного минерального удобрения на урожай ведущих культур показано в табл. 1. Из данных таблицы видно, что на всех распространенных почвах этой зоны применение полного минерального удобрения очень эффективно и значительно повышает урожай всех ведущих культур зоны: озимых зерновых в среднем на 5—6 ц зерна с 1 га, силосной массы кукурузы на 70—80 ц, клубней картофеля на 35—50 ц, льна-долгунца на 1,1—1,6 ц волокна и 0,5—1,0 ц семян с 1 га.

Наиболее высокие прибавки урожая всех культур обеспечиваются на легких дерново-подзолистых и серых лесных оподзоленных почвах этой зоны. На оглеенных дерново-подзолистых почвах приросты урожая от NPK обычно значительно ниже, чем на неоглеенных. На более богатых дерновых оподзоленных почвах влияние полного минерального удобрения на урожай всех ведущих сельскохозяйственных культур появилось намного слабее, чем на дерново-подзолистых и серых лесных оподзоленных почвах.

Данные полевых опытов также показывают, что на доминирующих в зоне легких дерново-подзолистых, а также на серых лесных оподзоленных почвах наиболее дефицитным элементом питания для растений является азот. Малогумусные дерново-подзолистые и серые лесные оподзоленные почвы Полесья очень бедны общим азотом. Кроме того, плохие физические свойства этих почв и их кислая реакция препятствуют минерализации и переходу в усвояемые для растений формы тех небольших количеств азота, которые находятся в этих почвах. Поэтому в дерново-подзолистых и серых лесных оподзоленных почвах количество усвояемого азота недостаточно для нормального развития растений.

Таблица 1

Действие полного минерального удобрения (NPK) при дозах действующего вещества 30—60 кг/га на урожай сельскохозяйственных культур в Полесье

Почвы	Число опытов	Вид продукции	Доза стандартных туков, ц/га	Урожай без удобрений, ц/га	Прибавка урожая	
					ц/га	на 1 ц стандартных туков, ц
Озимая пшеница						
Дерново-подзолистые	12	Зерно	5,2	19,5	6,9	1,3
Дерново-подзолистые оглеенные	16	»	5,8	17,5	5,2	0,9
Дерновые оподзоленные	9	»	5,5	34,3	3,6	0,7
Серые лесные оподзоленные	23	»	4,9	21,1	6,3	1,4
Озимая рожь						
Дерново-подзолистые	17	Зерно	5,1	10,6	5,4	1,1
Кукуруза						
Дерново-подзолистые	25	Зерно	6,1	29,6	7,8	1,2
Дерново-подзолистые оглеенные	11	Силосная масса	5,4	193,3	77,9	14,0
Дерновые оподзоленные	9	Зерно	5,7	45,1	3,5	0,6
Серые лесные оподзоленные	45	»	5,3	35,6	8,8	1,9
Картофель						
Дерново-подзолистые	56	Клубни	6,6	135	49,1	7,5
Дерново-подзолистые оглеенные	7	»	5,5	139	39,0	4,8
Дерновые оподзоленные	16	»	5,8	143	36,0	6,3
Серые лесные оподзоленные	8	»	5,7	145	52,1	9,2
Лен-долгунец						
Дерново-подзолистые	12	Волокно	6,5	7,7	1,6	0,25
		Семена		4,4	1,0	0,15
Серые лесные оподзоленные	4	Волокно	4,9	4,9	1,1	0,22
		Семена		3,7	0,4	0,08

Дерново-подзолистые и серые лесные оподзоленные почвы обычно очень бедны и другими важнейшими элементами питания, в первую очередь калием и фосфором, особенно в доступных для растений формах. Но фосфорно-калийные удобрения в этой зоне очень слабо используются растениями, если одновременно не вносятся азотные удобрения (табл. 2, 3).

На озимой пшенице (табл. 2) на дерново-подзолистых и серых лесных оподзоленных почвах действие одних фосфорно-калийных удобрений проявляется слабо. Добавление к ним азотных удобрений резко повышает прибавки урожая при очень высокой оплате единицы удобрений.

Такая же закономерность в действии минеральных удобрений и их сочетаний отмечена и на других ведущих культурах зоны — картофеле и кукурузе (табл. 3). И здесь видна доминирующая роль азота для формирования урожая. Калий также имеет большое значение, особенно на серых лесных оподзоленных почвах. Наиболее высокие приросты урожая получены от полного минерального удобрения.

Таблица 2

Действие минеральных удобрений на урожай зерна озимой пшеницы на разных почвах Полесья

Почвы	Число опытов	Удобрения	Доза стандартных туков, ц/га	Урожай зерна без удобрений, ц/га	Прирост урожая	
					ц/га	на 1 ц стандартных туков, ц
Дерново-подзолистые	3	PK	3,1	28,4	2,9	0,9
	3	NPK	5,0	28,4	8,6	1,7
Серые лесные оподзоленные	4	PK	2,9	28,3	0,6	0,2
	4	NPK	4,7	23,3	4,6	0,9

Таблица 3

Действие минеральных удобрений на урожай картофеля и кукурузы на почвах Полесья (фон — 30 т/га навоза)

Почвы	Число опытов	Удобрение	Доза стандартных туков, ц/га	Урожай без удобрений, ц/га	Прирост урожая	
					ц/га	на 1 ц стандартных туков, ц
Картофель (клубни)						
Дерново-подзолистые	15	NP	5,5	165	26,3	4,7
	15	NK	4,0	165	28,8	7,0
	15	PK	4,2	165	10,3	2,3
	15	NPK	6,8	165	39,1	5,8
Серые оподзоленные	7	P	2,4	194	6,0	2,5
	7	PK	3,5	194	18,0	6,0
	7	NPK	5,7	194	35,0	6,7
Кукуруза (зерно)						
Серые оподзоленные	3	P	3,2	38,7	2,6	0,8
	3	PK	4,6	38,7	6,9	1,5
	3	NPK	7,6	38,7	9,8	1,3

Опыты, проведенные на дерново-подзолистых почвах и серых лесных оподзоленных почвах зоны Полесья с картофелем, также подтверждают высокую эффективность минеральных удобрений (табл. 4).

Опыты с картофелем и кукурузой были проведены на безнавозном и унавоженном фоне. Эти опыты были заложены в разные годы и на разных участках, поэтому сравнивать их трудно, но они могут дать некоторое представление об изменении эффективности минеральных удобрений в связи с унавоженностью (табл. 5). По-видимому, на фоне навоза эффективность и характер действия минеральных удобрений меняются мало по сравнению с неунавоженным фоном. Для окончательных заключений по этому вопросу необходимы дальнейшие исследования.

Одновременно с минеральными удобрениями большое значение для повышения плодородия подзолистых и оподзоленных почв зоны Полесья имеет навоз (табл. 6). Навоз, внесенный в сравнительно невысокой дозе (20 т/га), уже в первый год действия заметно повышает урожай основных сельскохозяйственных культур зоны — озимых зерновых, кукурузы, картофеля.

Наиболее высокие приrostы урожая всех культур при удобрении навозом получены на серых лесных оподзоленных почвах, несколько меньшие —

Таблица 4

Действие минеральных удобрений на урожай картофеля на почвах Полесья

Почвы	Число опытов	Удобрение	Доза удобрений в стандартных туках, ц/га	Урожай без удобрений, ц/га	Прирост урожая	
					ц/га	на ц стандартных туков, ц
Дерново-подзолистые	165	N	2,1	75,0	26,2	12,9
	14	P	2,7	70,4	9,3	3,9
	34	K	1,1	76,0	13,2	12,4
	81	NP	4,5	70,6	27,6	6,3
	93	NK	2,9	76,4	41,1	14,3
	39	PK	3,6	79,5	15,9	4,6
	173	NPK	5,9	70,4	40,2	6,9
Серые лесные оподзоленные	9	N	2,2	75,2	15,2	6,7
	6	K	1,1	92,9	14,5	13,9
	11	NP	4,8	101,0	23,8	5,1
	9	NK	3,1	94,0	20,7	6,7
	4	PK	3,6	120,0	10,5	3,0
	34	NPK	5,8	114,0	35,0	6,1

на дерново-подзолистых и намного меньшие — на дерновых оподзоленных почвах. Наиболее эффективно питательные вещества навоза использовали пропашные — кукуруза и картофель, из озимых зерновых — озимая пшеница.

Таблица 5

Эффективность минеральных удобрений на картофеле и кукурузе на разных фонах

Почвы	Число опытов	Удобрения	Доза удобрений в стандартных туках, ц/га	Урожай без удобрений, ц/га	Прирост урожая					
					ц/га	на ц стандартных туков, ц				
Картофель										
По навозу (20—30 ц/га)										
Дерново-подзолистые	11	NP	5,4	210	32,6	6,0				
	13	PK	3,9	209	10,8	2,4				
	64	NPK	6,2	205	34,4	6,0				
Дерновые оподзоленные	9	NPK	5,7	143	22,3	3,8				
Серые лесные оподзоленные	35	NPK	5,5	155	67,4	12,0				
Без навоза										
Дерново-подзолистые	12	NP	5,9	124	28,4	4,8				
	8	PK	4,3	153	24,0	5,8				
	56	NPK	6,6	135	49,1	7,5				
Дерновые оподзоленные	16	NPK	5,8	143	36,1	6,3				
Серые лесные оподзоленные	8	NPK	5,7	145	52,1	9,2				
Кукуруза — зерно										
По навозу (20—30 т/га)										
Дерново-подзолистые	21	NPK	6,0	46,3	7,5	1,3				
Дерновые оподзоленные	22	NPK	7,0	41,6	4,2	0,6				
Серые лесные оподзоленные	16	NPK	7,0	43,2	6,7	0,9				
Без навоза										
Дерново-подзолистые	25	NPK	6,1	29,6	7,8	1,2				
Дерновые оподзоленные	9	NPK	5,7	45,0	3,5	0,6				
Серые лесные оподзоленные	45	NPK	5,3	35,6	8,8	1,9				

Таблица 6

Действие навоза в дозе 20 т/га на урожай ведущих культур на почвах Полесья

Почвы	Вид продукции	Число опытов	Урожай без удобрений, ц/га	Прирост урожая	
				ц/га	на 1 т навоза, ц
Озимая пшеница					
Дерново-подзолистые	Зерно	14	18,8	5,2	0,3
Дерновые оподзоленные	»	4	24,6	2,9	0,1
Серые лесные оподзоленные	»	3	14,5	5,5	0,4
Озимая рожь					
Дерново-подзолистые	Зерно	9	12,3	4,4	0,2
Кукуруза					
Дерново-подзолистые	Зерно	5	24,2	6,4	0,3
То же	Силос	5	223,0	49,0	2,5
Дерновые оподзоленные	Зерно	13	41,0	4,0	0,2
Серые лесные оподзоленные	»	11	28,1	6,9	0,3
Картофель					
Дерново-подзолистые	Клубни	105	109	49,0	2,5
Серые лесные оподзоленные	»	14	126	54,0	2,7

Действие навоза на урожай сельскохозяйственных культур не ограничивается первой культурой, под которую он внесен, а продолжается ряд лет. О продолжительности положительного действия навоза на урожай культур можно судить по данным многолетнего стационарного опыта Украинского института земледелия и Житомирской опытной станции, заложенного на дерново-подзолистых почвах в 1947 г. на Коростенском опытном поле. В этом опыте изучение действия навоза проводилось в девятипольном севообороте с таким чередованием культур: кормовой люпин, озимая рожь, картофель, овес+травы, травы (клевер+тимофеевка, два укоса), лен-долгунец, озимая пшеница, кукуруза и гречиха. Навоз вносили в начале ротации под две культуры — озимую рожь и картофель (по 20 т/га под каждую). Последействие навоза учитывали на последующих культурах севооборота. Результаты исследований за ротацию (1948—1956 гг.) приведены в табл. 7.

Таблица 7

Действие навоза в севообороте, ц/га

Вариант опыта	Прямое действие				Последействие								
	озимая рожь		овес		лен		озимая пшеница		кукуруза		гречиха		
	зерно	солома	картофель, клубни	зерно	травы, сено	волокно	семена	зерно	солома	зерно	солома	зерно	солома
Без навоза	12,4	26,6	123	13,3	15,2	10,3	2,9	4,5	11	14,4	11,7	72,3	3,7
Навоз, 40 т/га	19,7	40,0	210	17,1	23,4	20,2	4,2	6,3	17	23,2	15,5	107,3	5,7
Прирост	7,3	14,0	77	3,8	8,2	9,9	1,3	1,8	6	9,3	3,8	35,0	4,0

Как видно из приведенных данных, навоз, внесенный в начале ротации севооборота,оказал положительное действие на урожайность. Достаточно сильным было и последействие навоза, которое установлено на всех последующих культурах севооборота.

Во второй ротации севооборота в систему удобрений были внесены изменения. Для поднятия урожая кукурузы внесение навоза было перенесено: его вносили под кукурузу. Это позволило проследить за последействием навоза, внесенного в первой ротации, на кормовом люпине и озимой ржи (вторая ротация). Оказалось, что последействие навоза продолжалось и на этих двух культурах. Урожай зерна люпина повысился на 1,1 ц, а урожай зерна озимой ржи на 1,5 ц с 1 га.

Таким образом, последействие навоза было отмечено даже на 8-й год после его внесения под озимую рожь. Всего за 10 лет наблюдений от 40 т навоза было получено дополнительной продукции в кормовых единицах 80 ц, или каждая внесенная тонна навоза окупилась двумя центнерами кормовых единиц на гектар.

Таким образом, применение навоза и минеральных удобрений на почвах зоны Полесья Украины весьма эффективно и способствует значительному повышению урожая основных культур — озимых зерновых, кукурузы, картофеля и льна-долгунца.

Из минеральных удобрений на почвах Полесья наибольшие прибавки урожая обеспечивают азотные удобрения. Фосфорно-калийные удобрения используются растениями слабо, если их применение не сопровождается внесением азотных. Наиболее высокие приrostы урожая сельскохозяйственных культур обеспечивает полное минеральное удобрение (NPK), особенно на дерново-подзолистых и серых лесных оподзоленных почвах. Оглеение дерново-подзолистых почв ведет к снижению эффективности минеральных удобрений. Самые низкие приросты урожая от полного минерального удобрения получены на дерновых оподзоленных почвах западных областей.

Органические удобрения наиболее эффективны на серых лесных оподзоленных почвах, несколько меньше — на дерново-подзолистых и намного меньше — на дерновых оподзоленных почвах.

На почвах зоны навоз используется наиболее эффективно пропашными культурами — картофелем и кукурузой, а также озимой пшеницей.

АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТОРФЯНЫХ ПОЧВ ПОЛЕСЬЯ И ЛЕСОСТЕПИ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

На Украине имеется около 4 млн. га болот и заболоченных земель, в том числе около 1400 тыс. га торфяных почв.

В Полесье УССР сосредоточено до 980 тыс. га торфяных почв, что составляет 70 % всей их площади на территории УССР. Остальные 30 % расположены в лесостепной зоне.

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ ПОЛЕСЬЯ И ЛЕСОСТЕПИ

Торфяные почвы Полесья и лесостепи формируются в разнообразных гидрологических, геохимических и геоморфологических условиях. В соответствии с этим существуют различия в генетических и агрохимических свойствах торфяных почв.

На территории УССР распространены в основном торфяные почвы низинного типа, которые представляют наибольший интерес в сельскохозяйственном производстве. Торфяные почвы переходного и верхового типа занимают здесь незначительную площадь — до 10 % (Каплан, 1940).

Торфяные почвы, приуроченные к пониженным местам рельефа, тесно зависят от природных особенностей соседнего района, с которыми они связаны гидрографической сетью, делювиальными и почвенно-грунтовыми водами.

Существенным признаком торфяных почв в отличие от минеральных является богатство их органическим веществом, а соответственно и таким важным элементом питания растений, как азот.

Многочисленными исследованиями установлено, что будучи богатыми азотом, торфяные почвы бедны многими элементами зольного питания, и в первую очередь калием. В них отмечается большая диспропорция в содержании основных элементов питания растений, устранение которой достигается применением соответствующих удобрений.

Запас зольных веществ в торфяных почвах, их количественный и качественный состав определяются ботаническим составом растений-торфообразователей, химизмом и характером грунтовых вод, питающих болото, интенсивностью процессов минеральной седиментации, качеством наилков, интенсивностью процессов минерализации органического вещества торфа, внесением минеральных удобрений и, наконец, способностью торфяной почвы удерживать элементы зольного питания. Некоторое значение в увеличении зольности торфяных почв имеет также атмосферная пыль (Пичугин, 1953; Пьявченко и Сибирева, 1959).

Еще П. С. Коссович (1906 г.) отмечал, что в образовании, жизни и характере болотных почв поступление минеральных веществ с грунтовыми и поверхностными водами играет первостепенную роль.

По условиям минерального питания болота Украины делятся на три группы (Зеров, 1938).

1. Олиготрофные болота бедного минерального питания. Они имеют некоторое распространение в западном Полесье УССР (Волынская и Ровенская области).

Валовой химический состав золы торфяных почв лесостепи

Почвы	Число определений	Зола	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
Торфяные мощные и среднемощные. Западное Полесье	11	7,0—12,0	0,37—4,32 1,77	0,70—2,18 1,04	0,80—4,80 2,42	1,84—3,88 2,34	0,10—0,65 0,35
	9	12,0—20,0	2,45—10,20 5,98	1,40—3,00 2,27	1,20—5,30 2,36	2,10—5,30 2,78	0,41—2,00 1,14
	7	20,0—40,0	3,00—13,90 6,61	1,50—3,60 2,91	1,80—6,42 2,98	2,24—14,70 7,26	0,23—1,90 0,58
Торфяные мощные и среднемощные. Левобережная лесостепь	6	12,0—20,0	0,31—10,90 3,80	1,02—3,18 2,16	1,10—3,27 2,03	2,36—5,54 4,47	0,07—3,54 0,85
	9	20,0—40,0	0,56—14,50 3,99	1,69—4,29 2,59	2,88—7,90 3,65	3,38—26,60 11,6	0,10—2,95 1,31
	8	40,0—50,0	2,08—17,50 8,39	1,61—5,40 3,50	4,61—10,50 7,54	14,50—30,50 21,09	1,44—3,50 2,57

Примечание. В знаменателе приведены средние арифметические из всех определений.

2. Евтрофные болота достаточного минерального питания. Широко распространены на территории Полесья и лесостепи УССР.

3. Алкаалитрофные (карбонатные) болота богатого минерального питания, часто с преобладанием карбонатов (до 30 % от сухой массы торфа). Чаще всего распространены в лесостепной части УССР, но встречаются и в Полесье, в условиях, где торфяная залежь формируется на карбонатной породе.

В лесостепи и реже в Полесье в профиле торфяной залежи часто наблюдаются прослойки, обогащенные минеральными примесями. По происхождению они бывают: 1) аллюхтонно-минеральными и 2) автохтонно-минеральными, образовавшимися: а) путем выпадения и концентрации солей и б) путем вымывания солей из верхних горизонтов в нижние, т. е. путем иллювиализации; 3) органогенного происхождения, образованные усиленной деятельностью микроорганизмов в период обсыхания болот (Матюшенко, 1928). Примешивание аллювиальных и делювиальных продуктов к отлагающимся растениям-торфообразователям ведет к значительному повышению зольности торфа.

Почвы, сформировавшиеся из таких образований и содержащие от 15 до 50 % органического вещества, Н. И. Середа (1960) называет «оторфованными».

Под торфяными почвами, которые являются предметом данного описания, следует понимать почвы, содержащие не больше 50 % золы. В зависимости от содержания золы рассматриваемые торфяные почвы можно подразделить на: малозольные, с количеством золы менее 8 %, среднезольные, содержащие 8—20 % золы, и многозольные, содержащие 20—50 % золы от сухой навески торфа. На территории Полесья и особенно лесостепи УССР торфяные почвы, содержащие менее 8 % золы, встречаются очень редко, широко распространены средне- и многозольные.

Содержание многих элементов питания растений в торфяных почвах зависит от величины зольности. Из данных табл. 1 видно, что увеличение зольности торфяных почв влечет за собой возрастание содержания таких жизненно важных для питания растений элементов, как фосфор, калий, кальций, магний и др. Количество азота с увеличением зольности в пере-

Таблица 1

и Полесья УССР в слое 0—20 см, % от сухой навески

K_2O	Na_2O	P_2O_5	SO_3	Объемный вес, g/cm^3	N	
					%	$g/100\text{ см}^3$
0,01—0,08	0,10—0,40	0,12—0,40	0,32—0,60	0,18—0,23	3,0—3,5	0,54—0,81
0,053	0,28	0,25	0,49	0,20	3,2	0,64
0,02—0,15	0,25—0,70	0,18—0,50	0,46—0,81	0,22—0,37	2,8—3,3	0,62—1,37
0,071	0,43	0,36	0,63	0,25	2,97	0,74
0,09—0,40	0,31—0,80	0,27—0,95	0,50—1,03	0,31—0,48	2,5—3,2	0,77—1,54
0,24	0,55	0,49	0,63	0,37	2,78	1,03
0,05—0,19	0,38—0,90	0,17—0,38	0,35—1,48	0,20—0,25	2,8—3,2	0,56—0,90
0,098	0,46	0,26	0,92	0,23	3,05	0,70
0,09—0,54	0,29—0,70	0,18—0,69	0,35—1,85	0,24—0,40	2,1—2,8	0,50—1,12
0,32	0,41	0,38	0,68	0,31	2,46	0,76
0,19—0,83	0,70—0,98	0,22—0,60	0,51—2,20	0,33—0,61	1,5—2,5	0,49—1,53
0,53	0,82	0,46	0,97	0,42	2,11	0,89

в числителе — крайние отклонения показателей.

счете на сухую массу падает, но с учетом объемного веса также возрастает. Следует обратить внимание, что в некоторых многозольных торфяных почвах значительно увеличивается содержание валового калия и доходит почти до 1 % сухой навески.

Исследования Г. М. Самбура (1962), Н. И. Середы (1960), Л. П. Головина (1969) показывают, что в многозольных торфяных почвах содержится больше микрэлементов, чем в средне- и малозольных торфяниках.

Многозольные торфяные почвы характеризуются лучшими агрохимическими свойствами, чем малозольные, что и обуславливает их более высокую агрономическую ценность. Однако увеличение зольности в торфяных почвах не всегда сопровождается равномерным увеличением всех элементов зольного питания растений. Очень часто повышенная зольность торфяных почв обусловлена чрезмерным отложением карбонатов кальция, железистых соединений и кремнезема. В этой связи Н. И. Середа (1960) среди многозольных торфяных почв выделяет известковые (с содержанием CaO более 5 %), железистые (содержание Fe_2O_3 более 10 %), кремнеземистые (содержание SiO_2 более 10 %) и вивианитовые, в которых содержится более 1 % P_2O_5 .

По данным Г. Ф. Бачуриной и Е. М. Брадис (1954), И. С. Лупиновича и Т. Ф. Голуб (1952), наиболее зольными являются лесные торфы, формирующиеся в условиях богатого минерального питания (8,3—13,5 %), затем следуют тростниковые (7,1—10,9 %), осоковые и гипново-осоковые (5,1—8,2 %); сфагново-осоковые и особенно осоково-сфагновые характеризуются очень низкой зольностью (1,5—4,2 %).

В средне- и многозольных торфяных почвах минеральный состав растений-торфообразователей и влияние его на состав минеральной части торфа нивелируются большим привносом этих веществ извне. В результате этого торфяные почвы одинакового ботанического состава, но с различным содержанием золы обладают далеко не одинаковым химическим составом зольных элементов. Это хорошо иллюстрируется данными Д. К. Зерова (1938), представленными в табл. 2

Торфяные почвы, залегающие в пределах левобережной лесостепи УССР (в поймах рек Трубек, Супой, Недра, Оржица, Карань, Удай и др.), отли-

Таблица 2

Состав золы и содержание азота в торфах Украины, % (данные Д. К. Зерова)

Торф	Название болотного массива	Зола	Состав золы									Азот общий
			Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O + Na ₂ O	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃		
Гипново-осоковый	Замглай	6,5	0,53	1,27	3,51	0,39	0,17	2,01	0,22	0,45	2,14	
		24,0	1,50	4,42	2,18	0,23	0,93	13,2	0,95	0,52	3,31	
Осоково-тростниковый	Замглай	8,9	0,46	2,16	2,97	0,30	0,34	1,66	0,28	0,47	3,52	
		7,9	0,62	2,03	2,25	0,14	0,08	1,80	0,20	0,43	2,97	
Тростниковый	Мнево	9,5	0,43	0,80	2,49	0,08	0,56	4,32	0,23	0,60	2,45	
		16,9	2,09	1,72	3,54	0,59	0,38	7,34	0,18	1,14	2,80	
Осоковый	Ромен	19,1	2,63	1,72	2,36	0,13	0,46	10,87	0,19	0,64	2,99	
		49,0	0,61	4,62	36,53	0,72	1,01	3,14	1,55	0,51	1,97	
Ольховый	Ирдынь	11,9	1,02	1,10	5,44	0,07	0,29	2,38	0,22	1,48	2,75	
		30,8	1,29	1,47	4,63	0,24	0,57	20,23	0,42	1,85	2,55	

чаются рядом специфических качеств. Для этих почв очень часто характерна засоленность и солонцеватость, что сказывается на их агрохимических и водно-физических свойствах.

В засушливые периоды поверхность солонцевато-солончаковой почвы сильно трещиновата, на ней много голых пятен. Как правило, такие пятна покрыты солевыми выцветами белой и желтоватой окраски. Сильная диспергированность перегнойных веществ солонцеватых торфяных почв обуславливает высокую растворимость их в воде. Водные вытяжки из таких почв интенсивно окрашены гумусовыми веществами в темно-буровый цвет. Больше половины плотного остатка составляют водорастворимые перегнойные вещества.

Щелочная реакция солонцевато-солончаковых торфяных почв является очень часто причиной того, что трансформация азотсодержащих органических веществ заканчивается здесь в основном на стадии аммиака, особенно в первые годы освоения этих почв.

Агрохимические свойства торфяных почв во многом зависят от породы, на которой формируется торфяник, о чем свидетельствуют результаты исследований осущенных торфяных почв двух различных болотных массивов западного Полесья (табл. 3). Мощность торфяной залежи на этих массивах 3 м и глубже. Одна из этих почв сформировалась на болотном мер-

Таблица 3

Общая агрохимическая характеристика торфяных почв Полесья УССР

Название почвы и место взятия образцов	№ разреза	Глубина, см	рН солевой	Зольность, %	Содержание перегнойных остатков, %	Валовое содержание, % от сухой навески			Подвижные формы*			
						азота	фосфора	калия	мг/кг почвы		кг/га в слое 0—20 см	
									P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
Торфяная мощная на мергеле. С. Дубовая, Ковыльский р-н Волынской обл.	51	0—20	5,6	18,6	14,1	3,22	0,60	0,043	20	155	13	96
		20—40	5,7	10,0	16,2	3,54	0,59	0,033	28	120	—	—
Торфяная мощная на песчаных отложениях. С. Деревок, Любашевский р-н Волынской обл.	52	0—20	5,6	16,7	15,3	3,20	0,59	0,054	38	119	22	69
		20—40	5,6	7,8	23,1	3,15	0,61	0,032	25	136	—	—
Торфяная мощная на песчаных отложениях. С. Деревок, Любашевский р-н Волынской обл.	71	0—20	4,8	8,7	25,6	3,19	0,25	0,019	176	134	67	51
		30—50	4,9	8,5	24,1	3,06	0,21	0,023	189	150	—	—
		70—90	4,9	9,9	23,7	3,24	0,33	0,028	217	171	—	—

* Содержание P₂O₅ определяли по Аррениусу, K₂O — по Масловской.

геле (с. Дубовая), а другая — на песчаных отложениях (с. Деревок). Отсюда и их различия в агрохимических свойствах: первая имеет слабо-кислую реакцию солевой вытяжки (pH 5,5—5,7), характеризуется относительно повышенной зольностью (10,4—18,6%), хорошей степенью разложженности торфяной толщи; вторая отличается кислой реакцией (pH солевой 4,8—5,0), слабой разложженностью и более низкой зольностью (8,5—9,9%). Характерно, что валовое количество калия и фосфора в торфяной почве с. Дубовая намного выше такового в торфяной почве с. Деревок.

Сравнивая агрохимические свойства этих почв, мы видим большое значение кальция в почвообразовательном процессе, и в частности в регулировании реакции среды.

СОДЕРЖАНИЕ И ДИНАМИКА ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ В ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ ПОЛЕСЬЯ И ЛЕСОСТЕПИ

Азот, его динамика и рациональное использование

Управление азотным режимом торфяной почвы и активизация валовых запасов азота при использовании торфа как органического удобрения имеют важное практическое значение и представляют большой теоретический интерес.

Известно, что торфяные почвы характеризуются большими запасами азота — от 2 до 4,5% на абсолютно сухое вещество (табл. 4). При таком

Таблица 4
Состав торфяных почв и содержание в них азота

Место отбора образцов	Глубина, см	Состав торфа, % от сухой навески			N	
		перегной в 6%-ной H_2O_2	растительные остатки	зола	вес. %	объемн. %
Лесостепь						
Болото «Ромен», Роменского р-на Сумской обл.	0—25	69,0	15,0	23,0	2,3	0,9
	25—50	74,5	19,9	12,2	3,2	—
	50—70	77,5	18,0	10,3	3,3	—
Пойма р. Супой Яготинского р-на Киевской обл.	0—25	53,5	5,5	40,5	2,4	1,1
	25—50	68,7	6,3	25,0	3,3	—
Пойма р. Трубеж Переяслав-Хмельницкого р-на Киевской обл.	0—10	53,7	30,7	15,6	2,0	0,7
	10—20	60,6	19,4	20,0	2,0	0,7
	30—40	64,1	11,3	24,6	1,6	—
	50—60	40,6	21,1	38,3	1,3	—
	80—90	16,9	23,9	59,2	1,1	—
Пойма р. Хорол, с. Заярье, Хорольского р-на Полтавской обл.	0—18	53,6	18,7	27,6	2,1	1,0
	25—45	31,1	14,0	54,9	2,4	—
	50—70	49,0	28,4	22,6	2,3	—
Болото «Куколка», с. Вировка, Конотопского р-на Киевской обл.	0—20	24,7	29,5	45,8	2,7	—
	40—60	28,2	36,1	35,7	2,6	—
	80—100	11,4	26,5	62,1	3,3	—
Полесье						
Болото «Чемерное», Сарненского р-на Ровенской обл.	0—20	62,9	27,8	9,3	3,2	0,8
	40—60	63,5	26,5	10,0	3,3	—
	80—100	66,2	24,9	8,9	2,9	—
С. Дубовая, Ковельского р-на Волынской обл.	0—20	70,0	17,6	12,4	3,5	0,9
	20—40	69,3	22,0	8,7	3,7	—
Пойма с. Николаевка, Емильчинского р-на Житомирской обл.	0—20	60,1	28,7	11,2	3,5	0,7
	30—50	60,9	29,8	9,3	3,8	—
	60—80	64,2	25,3	10,5	3,6	—

содержании валового азота, казалось бы, не может быть и речи о недостатке его при выращивании культурных растений непосредственно на торфяных почвах, а сам торф, при использовании в качестве удобрения на минеральных почвах, должен быть хорошим источником азотного питания растений.

Однако в действительности дело обстоит значительно сложнее. На основании многих работ (Лупинович, 1951; Голуб, 1949; Середа, 1960; Мостовой, 1962; Шевченко, 1962; Скрынникова, 1961, и др.) можно констатировать, что при сельскохозяйственном использовании осушенных торфяных почв в них по-разному складывается динамика почвенных процессов, и в частности процессов превращения белковых форм азота в минеральные, доступные для растений.

В практике сельскохозяйственного использования осушенных торфяных почв Полесья и лесостепи УССР наиболее характерны два случая:

а) низкое содержание доступных для растений форм азота наблюдается в первые годы освоения слаборазложившихся торфяников;

б) уменьшение содержания подвижных форм азота наступает в старопахотных торфяных почвах, особенно в том случае, когда поверхность их покрывается плотной дерниной и почва плохо аэрируется.

Засоление может оказать отрицательное влияние на динамику превращения соединений азота торфяных почв в левобережном среднем Приднепровье. При возделывании пропашных культур на торфяных почвах может отмечаться избыток подвижного азота (от 1000 до 1600 мг NO_3 на 1 кг почвы). Вследствие этого происходят непроизводительные потери азота, так как ни одно культурное растение не в состоянии потребить такие количества азотной пищи.

Таким образом, перед наукой и практикой земледелия на осушенных торфяных почвах фактически стоит задача разработать пути регулирования азотного режима применительно к конкретным особенностям почвы и потребностям в азотном питании возделываемых на ней растений.

Анализ данных табл. 4 показывает, что как в лесостепи, так и в Полесье большему содержанию органического вещества в торфе соответствует и большее содержание валового азота.

С целью изучения «подвижного» азота в торфе, который при благоприятных условиях может быть превращен в аммиачные и нитратные формы, был определен гидролизуемый азот по методу Тюрина — Кононовой. При этом использовалась не только вытяжка 2%-ной серной кислоты, но также и нарастающий ряд ее концентраций, чтобы получить хотя бы некоторое представление о подвижности конституционных форм азота в торфяных почвах¹. Полученные данные приведены в табл. 5. Они показывают, что в большинстве исследованных торфяных почв количество гидролизуемого ($2\% \text{ H}_2\text{SO}_4$) азота не превышает 45 мг на 100 г сухой почвы, что составляет не более 3% от общего азота почвы.

Данные табл. 5 свидетельствуют о прочной связи азота исследованных торфов в составе органических соединений и подтверждают наличие обратной зависимости между степенью гумификации торфа и подвижностью азота².

О слабой подвижности азота в сильно гумифицированных торфах свидетельствуют исследования К. К. Лебедева (1959) по определению негидролизуемого остатка низинных торфов. В остатке торфа после воздействия на него водой, соляной кислотой, едким натром и серной кислотой было найдено 3,32% азота.

¹ Перед его выделением образцы были промыты от нитратных и аммиачных форм азота, а в случае карбонатных образцов бралось дополнительное количество кислоты для разрушения карбонатов.

² Это хорошо прослеживается для 2%-ных вытяжек и не прослеживается в вытяжках более высоких концентраций.

Таблица 5

Подвижность азота торфяных почв

Место отбора образцов в поймах рек	Степень гумификации торфа, %	N, мг на 100 г почвы при концентрациях H_2SO_4 , %						Валовое содержание, %
		2	5	10	20	40	60	
Супой	20	42	63	50	69	189	280	1,87
»	40	23	62	62	151	199	—	2,14
»	50	27	90	80	100	131	290	3,01
Трубеж	50	24	30	80	124	112	214	2,90
Сула	55	6	47	66	76	129	264	2,63

Безусловно, что в естественных условиях превращение азота торфа в доступные для растений формы происходит при участии микроорганизмов — аммонификаторов и нитрификаторов. В результате исследований, проведенных в лаборатории биохимии и микробиологии почв УНИИПА, установлено, что при большей населенности торфяных почв лесостепи почти всеми группами микроорганизмов (табл. 6) в нераспахиваемой торфяной почве этой зоны имеется значительное количество нитрификаторов, а в такой же торфяной почве Полесья они отсутствуют. Лишь старопахотную почву Полесья также населяют нитрификаторы, но в значительно меньшем количестве. Населенность обеих почв аммонификаторами довольно большая.

В литературе имеются данные о том, что под влиянием окультуривания процесс нитрификации в торфяных почвах нарастает только в первые два—три года (Эйзен, 1962). Затухание нитрификации при интенсивной обработке почвы А. А. Зиза и М. Н. Никонов (1955), А. А. Немчинов (1940) объясняют уменьшением в пахотном слое легкогидролизуемых соединений.

Продолженная чами динамика нитратонакопления в луговом и пропашном севооборотах в стационарных полевых опытах на торфяных почвах Полесья и лесостепи Украины не показала уменьшения нитратонакопления со временем (табл. 7 и 8). В целом накопление нитратов больше в почвах лесостепи, а содержание их под пластом многолетних трав меньше, чем под пропашными.

Таблица 6

Количество микроорганизмов, млн/г сухой почвы, в образцах, взятых из слоя 0—20 см целинных и старопахотных торфяных почв

Почвы	Выросшие на МПА	Выросшие на КАА		Споровые бактерии	Аммоний-фикаторы	Нитрифи-каторы, число колоний в 1 г почвы	Азотобак-тер, % обросших комков
		общее количество	акти-номи-цеты				
Полесье (Сарненская н.-и. станция)							

Целинные	1,5	15,8	7,4	0,5	87,5	Нет	Нет
В культуре с 1936 г. (пласт трав)	28,6	34,7	1,7	0,8	308	550	»

Лесостепь (Панфильская н.-и. станция)

Целинные	67,8	80,9	6,7	2,1	176	1100	36
В культуре с 1938 г. (пропашные)	52,6	15,4	14,0	4,9	8,4	5600	49

Таблица 7

Содержание нитратов в торфяной почве Камень-Каширского стационара (Полесье), мг NO_3 на 1 кг почвы

Вариант опыта	Глубина, см	Среднее за 1964—1968 гг.			1964 г.			1968 г.		
		май	июль	сентябрь	10. V	20. VII	21. IX	8. V	5. VII	3. IX
Луговой севооборот (пласт трав)										
Контроль (без удобрений)	0—15	150	136	132	136	63	47	228	308	265
	15—30	241	147	200	144	40	40	494	284	343
	30—45	299	144	157	119	16	53	664	187	322
$K_{120}P_{45}$ (ежегодно)+пирито- вый огарок 5 ц/га (1 раз в 4 года)	0—15	68	84	62	122	132	77	—	—	—
	15—30	71	67	99	117	90	70	—	—	—
	30—45	76	64	74	134	116	84	—	—	—
$K_{120}P_{45}$ (ежегодно)+пирито- вый огарок, 5 ц/га+известь, 1,5 т/га (1 раз в 4 года)	0—15	132	118	66	139	74	44	195	157	154
	15—30	140	106	64	118	16	16	182	149	105
	30—45	188	134	91	118	29	11	139	133	104

Пропашной севооборот

Вариант опыта	Глубина, см	Среднее за 1963—1967 гг.			1965 г.			1967 г.		
		май	июль	сентябрь	28. IV	15. VI	30. VII	16. IX	24. V	21. VI
Пропашной севооборот										
Контроль (без удобрений)	0—15	604	394	129	297	307	144	260	151	143
	15—30	713	456	279	201	356	219	222	216	133
	30—45	544	470	297	116	99	64	282	184	76
$K_{120}P_{45}$ (ежегодно)+пирито- вый огарок, 5 ц/га (1 раз в 4 года)	0—15	427	558	169	309	519	213	—	—	—
	15—30	570	494	332	136	665	411	—	—	—
	30—45	417	584	353	119	202	199	—	—	—
$K_{120}P_{45}$ (ежегодно)+пирито- вый огарок 5 ц/га+известь 1,5 т/га (1 раз в 4 года)	0—15	363	315	185	86	155	100	254	252	223
	15—30	468	408	294	94	64	48	204	208	119
	30—45	471	453	356	44	88	33	229	167	73

Таблица 8

Содержание нитратов в торфяной почве Оржицкого стационара (лесостепь), мг NO_3 на 1 кг почвы

Вариант опыта	Глубина, см	Среднее за 1963—1967 гг.			1965 г.			1967 г.		
		май	июль	сентябрь	28. IV	15. VI	30. VII	16. IX	24. V	21. VI
Луговой севооборот										
Контроль (без удобрений)	0—15	211	217	263	199	119	151	197	183	145
	15—30	213	182	279	488	251	207	278	111	112
	30—45	143	138	316	478	147	179	300	112	102
$K_{120}P_{60}$ (ежегодно)+гипс 3 т/га+Cu 25 кг/га (1 раз в 4 года)	0—15	178	156	152	126	96	132	98	327	144
	15—30	150	113	172	534	103	155	113	158	205
	30—45	123	103	272	402	95	107	147	107	151
Пропашной севооборот										
Контроль (без удобрений)	0—15	572	754	890	1152	1399	936	1660	184	578
	15—30	412	286	835	867	391	362	1248	303	229
	30—45	419	357	852	871	257	323	823	316	313
$K_{120}P_{60}$ (ежегодно)+гипс 3 т/га+Cu 25 кг/га (1 раз в 4 года)	0—15	471	784	752	1303	1108	1102	1455	359	719
	15—30	703	455	785	1129	783	424	1058	276	467
	30—45	440	329	886	723	557	301	1018	360	504

15. VIII 1930 430 1464 635 229 313 661 1588 538

Указанные различия в нитрификационной способности торфяных почв лесостепи и Полесья, обусловленные как генетическими их свойствами, так и геохимическими условиями, необходимо учитывать при разработке мероприятий по рациональному использованию азота, выборе норм осушения — орошения, насыщенности севооборота пропашными культурами, частоты и глубины рыхления почвы за вегетационный период и др.

Характер накопления нитратов за вегетационный период определяется в основном изменением влажности и температуры почвы. Поэтому главным приемом управления азотным режимом торфяной почвы является регулирование ее влажности.

Калий в торфяных почвах

Калию принадлежит решающая роль в процессах окультуривания торфяных почв и повышения их эффективного плодородия. Общие запасы калия в торфяных почвах Украины незначительны и составляют в среднем для лесостепных многозольных торфяных почв 1900 кг/га в 20-сантиметровом слое почвы, для полесских торфяных почв — 220 кг/га (табл. 9). Однако запасы калия в торфяных почвах колеблются в довольно широких пределах. Торфяные почвы, обогащенные глинистыми наносами и имеющие повышенную зольность, характеризуются наибольшими валовыми запасами калия.

По сравнению с большинством минеральных почв, в которых содержится 2,0—2,3 % калия, или в пересчете на пахотный слой 60—70 т/га (Сердобольский, 1944), торфяные почвы очень бедны валовым калием. Даже в самых богатых калием залежанных торфяных почвах запасы его в верхнем 20-сантиметровом слое не превышают 12 т/га. В мало- и среднезольных торфяных почвах Полесья (в основном западного) валовые запасы калия ничтожны — здесь общее его количество редко превышает 0,1 %, а в среднем составляет 0,05 % от абсолютно сухой почвы. Таким образом, валовое содержание калия в этих почвах в 150—180 раз меньше, чем в черноземах.

Среднее содержание подвижных форм калия (обменный+водорастворимый) в верхнем слое исследуемых торфяных почв составляет 0,016 %. В верхнем слое торфяных почв Полесья подвижных форм калия меньше, чем в этом же слое лесостепных почв (табл. 10).

Для торфяных почв характерна большая доля подвижных форм калия от общих его запасов. Согласно данным И. П. Сердобольского (1944), П. А. Баранова и Д. А. Коренькова (1956), О. А. Чесняк (1963) и др., количество подвижных форм калия от общих его запасов в минеральных почвах составляет всего 0,8—1,5 %. В торфяных почвах этот показатель колеблется обычно в пределах 20 % для лесостепных почв; в полесских

Таблица 9
Содержание валового калия в слое 0—20 см торфяных почв *

Почвы	Число анализов	% от веса абс. сухой почвы	кг/га
Торфяные мощные и среднемощные карбонатные. Лесостепь	18	0,280 0,072—0,452	1900 760—4100
Глеево-торфяные. Лесостепь	7	0,40 0,22—0,79	6200 1260—11700
Торфяные мощные и среднемощные. Полесье	15	0,05 0,019—0,113	220 90—445
Глеево-торфяные. Полесье	4	0,114 0,090—0,140	840 610—1340

* Числитель — среднее содержание, знаменатель — пределы колебаний.

среднезольных торфяных почвах он достигает 38—57%; в отдельных случаях, особенно в низкозольных слаборазложившихся торфяных почвах, относительное содержание подвижных форм калия значительно увеличивается — до 80% (табл. 11). Однако повышенное содержание валового калия не всегда сопровождается увеличением его подвижных форм.

Определенной закономерности распределения калия по профилю торфяной почвы не наблюдается — количество его различно на разных глубинах. Очень часто в пойменных лесостепных торфяниках наблюдается приуроченность повышенного содержания глинистых примесей, а вместе с тем и валового калия к верхнему горизонту торфяной толщи (0—20 см). Это

Таблица 10
Содержание подвижных форм калия в слое 0—20 см торфяных почв *

Почвы	Число анализов	% от веса абс. сухой почвы	кг/га
Торфяные мощные и среднемощные карбонатные. Лесостепь	18	0,016 0,010—0,033	110 56—270
Глеево-торфяные. Лесостепь	7	0,022 0,013—0,045	253 180—690
Торфяные мощные и среднемощные. Полесье	15	0,016 0,008—0,030	70 52—90
Глеево-торфяные. Полесье	4	0,017 0,009—0,025	120 56—190

* Числитель — среднее содержание, знаменатель — пределы колебаний.

явление связано с развитием современных эрозионных процессов на водосборных площадях и отложением продуктов смыва на пониженных элементах рельефа — овальных массивах, в результате которых происходит заиливание верхнего слоя торфяной почвы.

Результаты исследований содержания форм калия в торфяных почвах различной давности сельскохозяйственного использования показаны в табл. 12.

Более высокое содержание калия в старопахотных торфяных почвах опытных учреждений по сравнению с целинными можно объяснить, с одной стороны, минерализацией и уплотнением торфяной массы, а с другой — ежегодным внесением больших доз калийных удобрений.

Количество подвижного калия в процентах к валовому в процессе сельскохозяйственного использования почти не изменяется, а в абсолютном выражении наблюдается наибольшее увеличение «необменной» формы калия, т. е. калия, не вытесняемого из почвы 1 н. раствором $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ (для некарбонатных почв) или двукратной обработкой почвы 0,2 н. раствором $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ (для карбонатных почв).

На основании рассмотренных данных можно сделать вывод, что даже если в процессе сельскохозяйственного использования торфяных почв и происходит увеличение в 2—3 раза содержания валового калия в сравнении с исходным, этих количеств недостаточно для обеспечения высоких урожаев на длительный период.

Подвижность калия и его слабое взаимодействие с торфяной почвой являются причинами недостаточной фиксации калия коллоидным комплексом торфяной почвы, в связи с чем при подтапливании почвы грунтовыми водами и последующем их понижении происходит вымывание калия удобрений за пределы корнеобитаемого слоя почвы.

Таблица 11

Содержание калия и состав торфяных почв Полесья и лесостепи УССР

Место взятия образцов	Почва	№ разре-за	Глубина, см	Состав почвы, %			Содержание калия, мг/кг абс. сухой почвы			Содержа- ние под- вижного калия, % от ва- лового	Валовые запасы калия в слое 0-20 см, кг/га
				золь- ность	гумифи- цирован- ная часть	растительные остатки	валового	обменного	водораст- вирного		
С. Кошары, Конотопский р-н, Сумская обл., болото «Ромен». Лесостепь	Торфяная среднемощная карбонатная	8	0-14 15-25 30-40 50-70	46,6 44,6 64,6 21,2	55 38 12 43	18 16 22 35	3938 601 1558 601	75 52 61 59	21 14 19 39	2 11 5 16	3131 — — —
С. Выровка, Конотопский р-н, Сумская обл. Лесостепь	Торфяная среднемощная карбонатная	10	0-20 40-60 80-100	45,8 35,7 62,1	24 28 11	29 36 26	2120 1359 732	76 32 107	30 28 18	6 4 17	1696 — —
С. Заярье, Хорольский р-н, Полтавская обл. Лесостепь	Торфяная мощная карбонатная	15	0-18 25-45	27,6 54,9	53 31	18 14	2924 6388	84 93	15 24	3 2	1868 —
С. Великое, Пирятинский р-н, Полтавская обл. Лесостепь	Торфяная мощная слаборазложившаяся	19	0-30 40-60	24,6 26,2	36 34	38 39	2404 3064	105 106	30 68	5 5	1064 —
С. Дубовая, Ковельский р-н, Волынская обл. Полесье	Торфяная мощная	50	0-20 20-40	12,4 8,7	70 69	17 22	320 200	104 109	49 31	49 31	176 —
То же		51	0-20 20-40	18,6 10,0	67 73	14 16	290 189	116 100	38 20	66 20	173 —
С. Ворокомле, Камень-Каширский р-н, Волынская обл. Полесье	Торфяная мощная	54	0-15 15-30 30-45	8,8 9,6 7,9	67 68 67	24 22 24	190 190 180	154 149 —	— 81 —	91 78 —	— — —

Таблица 12

Содержание калия в торфяных почвах Полесья и лесостепи различной давности сельскохозяйственного использования

Место взятия образца	Почва	Глубина, см	Содержание калия, мг/кг почвы			Содержание калия в слое 20 см, кг/га	Содержание подзахваченного калия, % к валовому
			на валовом	обменного	водораст-вирмого		
Сульское опытное болотное поле, болото «Ромен».	Торфянная мощная карбонатная осущененная неосвоенная	0—20 40—60 80—100	1317 1012 1415	129 125 119	29 89 51	1159 801 1245	761 — —
	To же, 10-летняя сельскохозяйственная культура	0—20 40—60 80—100	1735 2277 831	205 158 170	32 37 56	1498 2082 605	1075 — —
	Панфилльская опытная станция, болото «Супой». Киевская обл. Лесостепь	5—25 40—60 80—100	720 590 590	73 64 51	40 48 43	607 488 496	403 — —
Сумская обл. Лесостепь	Торфянная мощная карбонатная осущененная неосвоенная	0—25 0—25 40—50 80—100	2362 2362 863 843	281 281 192 89	48 48 70 150	2033 2033 606 604	1936 — — —
	To же, 15-летняя сельскохозяйственная культура	0—30 40—60 80—100	2090 1000 830	160 103 80	139 69 89	1791 828 70	1442 — —
	To же, 26-летняя сельскохозяйственная культура	40—60 80—100	1000 868	103 89	69 70	709 709	236 — —
Сарненская научно-исследовательская станция по основанию болот, болото «Чемерно» Ровенской обл. Полесье	Торфянная молочная осущененная неосвоенная	0—20 40—60 80—100	830 870 700	80 23 23	50 56 56	700 791 621	373 — —
	To же, но 32-летняя сельскохозяйственная культура	0—20 40—60 80—100	1700 820 830	117 23 47	190 75 75	1303 722 708	931 — —
	To же, но 46-летняя сельскохозяйственная культура	0—20 40—60 80—100	2940 1400 910	140 94 70	230 155 131	2570 1151 709	1799 — —

Фосфор в торфяных почвах

Содержание фосфора в целинных торфяных почвах Украины колеблется от 0,4 до 0,6% в лесостепи и от 0,3 до 0,7% в Полесье (табл. 13). Даже в пределах одного и того же почвенного массива общее содержание фосфора колеблется очень значительно. Таким образом, характерной особенностью распределения валового фосфора в верхних горизонтах торфяных почв является неравномерность, сильно выраженная пестрота и скопление его в отдельных точках.

На основании приведенных в табл. 13 данных можно сделать вывод, что фосфор в этих почвах содержится в основном в достаточном количестве, его значительно больше, чем в минеральных почвах, например в черноземе.

Однако формы, в которых фосфор находится в почве, имеют большое значение для питания растений. Одновременно с минеральными формами соединений фосфора торфяные почвы содержат в больших количествах и органические соединения (табл. 14).

П. А. Дмитренко (1948) показал, что в низинных торфяниках Украины содержание органического фосфора колеблется от 920 до 1700 мг на 1 кг почвы. Если допустить (по данным табл. 14), что фосфор в остатке почвы на 70—80% представлен органическими формами, то станет очевидным, что 80—90% фосфатов в торфяной почве Полесья и 70—80% в почвах лесостепи представлены органическими формами.

Фтористо-аммонийной и щелочной вытяжками по методу Чанга и Джексона извлекается незначительная часть органофосфатов (11—27% P_2O_5). Из данных табл. 14 видно, что в торфяных почвах лесостепи содержание минеральных фосфатов по Чангу и Джексону достигает 428—1321 мг/кг, а в Полесье — 268—512 мг/кг почвы, что составляет соответственно 15,2—31,1 и 8,9—17,1% от валового содержания фосфора.

Как в лесостепи, так и в Полесье в составе минеральных фосфатов доминируют Са-фосфаты, причем в почвах лесостепи значительно больше,

Таблица 13

Содержание фосфора в слое 0—20 см целинных торфяных почв (P_2O_5 , % на абс. сухую почву)

Место взятия образцов	Число образцов	На единицу веса			На единицу объема
		среднее	минимальн.	максимальн.	
Лесостепь					
Пойма р. Сула, болото «Ромен», Талалаевский р-н Сумской обл.	8	0,360	0,352	0,396	0,072
Пойма р. Супой, Яготинский р-н Киевской обл.	12	0,612	0,544	0,779	0,122
Пойма р. Трубеж, П-Хмельницкий р-н Киевской обл.	8	0,430	0,120	0,970	0,086
Пойма р. Оржица, Оржицкий р-н Полтавской обл.	24	0,620	0,590	0,650	0,124
Полесье					
Болото западнее с. Дубовая, Ковельский р-н Волынской обл.	8	0,711	0,673	0,805	0,142
Болото «Чемерное», Сарненский р-н Ровенской обл.	12	0,490	0,200	0,631	0,123
Болото «Цыры», Камень-Каширский р-н Волынской обл.	12	0,390	0,360	0,420	0,078
Болото «Перга», Емильчинский р-н Житомирской обл.	8	0,283	0,234	0,332	0,057

Таблица 14

Формы фосфатов в слое 0—20 см торфяных почв Полесья и лесостепи Украины (по методу Чанга — Джексона)

Место взятия образцов	Валовой фосфор, P_2O_5 , мг/кг	В % от валового			Формы минеральных фосфатов, P_2O_5 , мг/кг				Сумма
		минеральный	органический	P_2O_5 в остатке почвы	1 н. NH_4Cl (рыхлосвязанные фосфаты)	0,5 н. NH_4F ($Al-P$)	0,1 н. $NaOH$ ($Fe-P$)	0,5 н. H_2SO_4 ($Ca-P$)	
Полесье									
Цырская осушительная система	2370	11,3	20,7	67,9	24	80	18	146	268
Полицкая осушительная система	2970	8,9	20,6	70,3	11	60	62	133	266
Турская осушительная система	2990	17,1	20,6	62,2	6	98	41	367	512
Лесостепь									
Сульское опытное поле	2810	15,2	11,4	73,4	16	49	159	204	428
Пойма р. Оржица	4490	31,1	26,6	42,3	41	122	110	1048	1321

чем в почвах Полесья. В почвах лесостепи обнаружено значительное содержание фосфатов железа и алюминия.

Доступность растениям фосфатов зависит от соотношения процессов мобилизации и иммобилизации фосфора, постоянно идущих в почве: растворения и осаждения, адсорбции и десорбции, минерализации и биологического закрепления. Для практики нужен метод, позволяющий учесть как бы суммарный результат всех этих процессов и предвидеть степень обеспеченности культурных растений фосфором на данной почве. Но, к сожалению, до сих пор такого универсального метода нет, а для торфяных почв тем более. Однако определение подвижных форм фосфатов дает некоторое представление о наличии в почве наиболее доступного для растений фосфора. Подвижные формы фосфора определялись в торфяных почвах Полесья по Арренису, в почвах лесостепи — по Мачигину.

Из данных табл. 15 видно, что на контроле, где не вносились фосфорные удобрения, лимоннокислой вытяжкой извлекалось в среднем 130—280 мг P_2O_5 на 1 кг почвы, или 26—56 мг/дм³. Весной, до внесения удобрений, максимальные количества растворимых в лимонной кислоте фосфатов извлекались из почвы, где фосфорные удобрения применялись на фоне извести (CaO 1,5 т/га).

Под многолетними травами наблюдается та же закономерность, однако в целом под пластом трав этих фосфатов меньше, чем в рыхлой, хорошо аэрируемой почве. По содержанию извлекаемых 1%-ной лимоннокислой вытяжкой фосфатов торфяные почвы Полесья относятся к «слабо» обеспеченным.

В табл. 16 приведены результаты определений подвижных фосфатов в солончаково-солонцеватой почве Оржицкого стационара (Полтавская область). Они свидетельствуют о том, что содержание доступных для растений фосфатов в указанной почве лесостепи невысокое. В среднем за ряд лет (1963—1968 гг.) количество фосфатов, извлекаемых из неудобрявшейся почвы 1%-ным раствором углекислого аммония, весной составляет 27 мг/кг, или 9,5 мг/дм³, что позволяет отнести эти почвы к «необеспеченным» фосфором (по данному методу). Внесение удобрений (P_2O_5 по 45 мг/га

Таблица 15

Содержание подвижной P_2O_5 , извлекаемой 1%-ным раствором лимонной кислоты, в торфяной почве Камень-Каширского стационара, мг/дм³ почвы

Севооборот	Вариант опыта	Глубина, см	Среднее содержание P_2O_5 в 1964—1968 гг. весной, до внесения удобрений	1965 г.			
				10. V	15. VI	15. VIII	25. IX
Пропашной (кукуруза)	Контроль (без удобрений)	0—15	56,6	36,6	44,8	44,6	47,8
		15—30	51,4	37,6	55,4	36,0	17,2
		30—45	38,0	26,0	44,4	48,8	12,4
	$K_{120}P_{60}$ (ежегодно) + пи- ритный огарок 4 ц/га + + известье 1,5 т/га (1 раз в 4 года)	0—15	79,2	51,8	86,6	56,8	30,0
		15—30	59,8	19,4	66,4	59,2	71,0
		30—45	58,4	11,0	38,6	36,2	14,4
Луговой (пласт трав)	Контроль (без удобре- ний)	0—15	40,0	27,8	41,2	37,8	24,4
		15—30	26,4	17,6	27,0	27,2	19,4
		30—45	25,6	26,0	59,2	23,8	14,0
	$K_{120}P_{60}$ (ежегодно) + пи- ритный огарок 4 ц/га + + известье 1,5 т/га (в 1964 г.)	0—15	48,0	35,2	55,6	39,0	27,6
		15—30	45,4	18,4	45,2	25,4	24,6
		30—45	24,6	11,4	37,0	22,4	20,8

Таблица 16

Содержание подвижных фосфатов, извлекаемых 1%-ным раствором $(NH_4)_2CO_3$, в торфяной почве Оржицкого стационара, мг/дм³ почвы

Севооборот	Вариант опыта	Глубина, см	Среднее со- держание P_2O_5 в 1963— 1968 гг. вес- ной, до внесе- ния удобре- ний	1967 г.			1968 г.		
				24. V	15. VII	19. IX	14. V	12. VII	15. IX
Пропашной (кукуруза)	Контроль (без удобрений)	0—15	9,3	6,3	9,8	13,0	11,9	2,8	8,4
		15—30	11,5	10,7	11,1	14,4	7,7	2,8	9,8
		30—45	9,6	4,7	8,7	13,1	6,0	3,2	3,5
	$K_{120}P_{60}$ (ежегодно) $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 25 кг/га + гипс 3 т/га (1 раз в 4 года)	0—15	14,7	14,2	15,1	17,1	13,3	4,9	6,3
		15—30	15,6	14,1	16,7	21,4	16,5	4,5	4,9
		30—45	12,2	12,3	11,3	11,7	3,5	2,5	3,9
Луговой (пласт трав)	Контроль (без удобрений)	0—15	0,7	8,1	9,4	15,0	7,7	2,8	7,0
		15—30	10,5	10,0	10,4	13,6	3,9	2,5	5,6
		30—45	11,3	8,4	8,2	17,0	0,7	3,2	5,3
	$K_{120}P_{60}$ (ежегодно) $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 25 кг/га + гипс 3 т/га (1 раз в 4 года)	0—15	9,9	10,6	7,1	12,0	7,7	2,8	7,4
		15—30	10,3	7,1	12,6	12,7	8,1	2,8	1,1
		30—45	11,7	14,4	9,5	16,7	0,7	1,4	5,3

ежегодно) повысило их содержание до «высокой» обеспеченности (42 мг/кг, или 14,7 мг/дм³ почвы по гипсованному фону в пропашном севообороте). В том же варианте лугового севооборота содержание подвижных фосфатов не подымалось выше «средней» обеспеченности.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Производительность торфяных почв тесно зависит от интенсивности применения минеральных удобрений, прежде всего калийно-фосфорных.

Исследования Б. И. Демьянчик (1959), М. Н. Мостового (1962), М. Н. Мостового и Л. П. Мельник (1965), Н. И. Середы (1960), М. Н. Шевченко (1960), А. В. Бакулиной (1963) и др. показали, что на торфяных почвах Полесья и лесостепи УССР необходимо применять вдвое, втрое более высокие дозы калийных удобрений, чем на минеральных.

Из данных табл. 17 видно, что внесение только калийных удобрений на торфяных почвах создает благоприятные условия для питания выращиваемых культур и дает возможность получать высокие урожаи сельскохозяйственных культур.

Таблица 17
Действие калийных удобрений на урожай сельскохозяйственных культур (по данным Мостового и Мельник, 1965)

Культура	Урожай, ц/га		Прибавка урожая	
	без удобрений	по калийным удобрениям	ц/га	%
Кукуруза на силос	240,0	700,3	460,3	291
Сахарная свекла (корнеплоды)	61,0	315,2	254,2	516
Картофель (клубни)	80,9	215,0	134,1	265
Кормовая свекла (корнеплоды)	181,4	725,0	543,6	399
Озимая рожь (зерно)	6,5	22,4	15,9	344
Ячмень (зерно)	5,8	18,9	13,1	325
Овес (зерно)	8,1	19,4	11,3	239
Луговые травы (сено)	14,5	83,3	68,8	574

В производственных условиях в торфяные почвы Полесья и лесостепи УССР вносят K₂O от 90 до 150 кг/га. На старопахотных участках, несмотря на ежегодное внесение больших доз калийных удобрений (120—150 кг/га), эффективность их применения остается высокой. Об этом свидетельствуют данные Б. Б. Бельского, Т. Н. Кулаковской и Н. Н. Настюк (1954), Т. Н. Кулаковской (1956), А. В. Бакулиной (1963), В. С. Станкевич и П. Р. Рубин (1956), Б. И. Демьянчик (1959).

Необходимость внесения калийных удобрений в торфяные почвы, как вновь освоенные, так и старопахотные, признается большинством исследователей, однако в отношении величины их доз на окультуренных участках существуют различные мнения. Для условий БССР Б. Б. Бельский, Т. Н. Кулаковская и Н. Н. Кастиюк (1954), ссылаясь на данные Н. Ф. Лебедевич (Минская опытная болотная станция), отмечают, что в отличие от фосфора значение калия с повышением урожая увеличивается с годами и дозы калийных удобрений на старопахотных участках снижать не следует.

В. С. Станкевич и П. Р. Рубин (1956) установили, что если калийно-фосфатные удобрения не вносятся в первый год использования осущененного болота, то теряется более половины урожая (до 80%). На старопахотных

торфяных почвах осушенных болот без внесения калийно-фосфорных удобрений урожай зерновых культур снижался на 30%, овощей — на 50%, других культур — на 40%.

А. В. Бакулина (1963) установила, что в условиях лесостепи и Полесья Украины на старопахотных хорошо окультуренных торфяных почвах, где на протяжении ряда лет систематически вносились в больших дозах минеральные удобрения и благодаря этому содержание подвижного калия в пахотном слое достигало значительной величины — 60—90 мг на 100 г почвы, внесение калия под кукурузу в дозах 120 кг К₂O на 1 га и выше способствовало незначительному повышению урожая, а в отдельных случаях совсем не давало прибавки урожая. Поэтому Бакулина считает необходимым уменьшить нормы калийных удобрений на старопахотных длительно удобрявшихся торфяных почвах на 25—30 %. При этом автор отмечает, что высевать кукурузу без калийных удобрений не следует даже в том случае, если они не повышают урожая, так как калий положительно влияет на питательные качества кукурузы, увеличивая содержание в растениях сухого вещества, «сырого» протеина и золы.

Эффективность калия на торфяных почвах зависит от форм калийных удобрений. Исследования Сарненской опытной станции по изучению влияния различных форм калийных удобрений на урожай сельскохозяйственных культур показали, что на торфяных почвах с успехом можно применять все существующие формы калийных удобрений. Однако, как установили М. Н. Мостовой и Л. П. Мельник (1965), под картофель в первые годы освоения лучшей оказалась калий-магнезия, а на старопахотной почве — хлористый калий. В условиях Полесья при внесении под кормовую свеклу наибольший эффект дает кайнит. Зерновые культуры (зимняя рожь, ячмень и овес) и сеянные луговые травы одинаково реагируют на различные формы калийных удобрений — калийную соль и кайнит (Мостовой и Мельник, 1965).

Если значительные прибавки урожаев при внесении калия в торфяные почвы обусловливаются недостатком этого элемента в почве, то эффективность фосфорных удобрений связана не с низким содержанием его в почве, а с тем, что в групповом составе фосфатов преобладают трудно доступные для растений формы.

В связи с низким содержанием калия в торфяных почвах внесение одних только фосфорных удобрений не эффективно или менее эффективно, чем внесение их с калийными удобрениями. Оптимальной дозой фосфорных удобрений при совместном внесении с калийными является 45—60 кг Р₂О₅ на гектар. Лучшей формой фосфорного удобрения на торфяниках лесостепи и Полесья является суперфосфат. На почвах Полесья с pH 4,8—5,5 следовало бы ожидать хорошей эффективности от применения низкопроцентных фосфорных удобрений — фосмуки, томасшлака, но, как свидетельствуют литературные данные (Тюленев, 1950) и результаты других опытов, такое предположение не оправдалось.

Применением калийно-фосфорных удобрений на фоне правильной обработки почвы и регулирования водного режима можно обеспечить получение высоких урожаев на осушенных торфяных почвах. С этой точки зрения торфяные почвы являются наиболее «благодарным» объектом применения калийных удобрений. Поэтому они должны обеспечиваться калийными удобрениями в первую очередь и в достаточном количестве. Калийно-фосфорные удобрения необходимо вносить в торфяные почвы ежегодно, под каждую культуру.

А. К. Бескровный и др. (1966) получили высокий эффект от локального способа внесения фосфорных удобрений на карбонатных торфяных почвах трубежской поймы. Прибавка урожая сухого вещества кукурузы на делянках, где суперфосфат в норме 20 кг/га вносили в гнезда вместе с семенами, была на 6 % выше, чем при внесении его в норме 45 кг/га вразброс под весеннее дискование.

Таблица 18

Урожай зеленой массы кукурузы на торфяной почве в пойме р. Оржица (лесостепь), ц/га

Вариант опыта	1963 г.	1964 г.	1965 г.	1966 г.	1967 г.	1968 г.
Без удобрений	264	292	210	187	292	242
K_2O 120 кг/га (ежегодно)	365	365	405	411	445	459
K_2O 120 кг/га (1 раз, в 1963 г.)	365	303	205	184	293	—

Таблица 19

Влияние ежегодного и периодического внесения минеральных удобрений на урожай сена сеянных трав (Демьянчик, 1959)

Внесение удобрений по годам, кг/га K_2O			Урожай сена по годам использования, ц/га		
1-й	2-й	3-й	1-й, - ц/га	2-й	3-й
Без удобрений			22,3	19,8	8,0
60	60	60	83,9	51,6	63,8
60	—	60	83,9	36,5	44,4
100	100	100	100,3	57,0	69,8
100	—	100	100,3	41,4	54,2

В стационарном полевом опыте на солончаково-солонцеватой торфяной почве лесостепи уже на второй год последействия (1965 г.) калийного удобрения урожай зеленой массы кукурузы стали такими же, как и на контроле (табл. 18). О таком же затухании в последействия при внесении удобрений свидетельствуют и результаты опытов в Полесье, на окультуренной торфяной почве Сарненской станции (табл. 19).

Данные табл. 18 и 19 свидетельствуют о том, что не только вновь освоенные, но и старопахотные перегнойно-торфяные почвы Полесья и лесостепи Украины не обладают устойчивым эффективным плодородием. Азотные удобрения в торфяные почвы, как правило, вносить не следует. Надо мобилизовать и использовать богатые валовые запасы азота торфа. Исключение составляют очень слабо разложившиеся очесы торфов в первые годы освоения или подкормка многолетних трав длительного пользования (культурных пастищ).

Однако на старопахотных торфяных почвах Сарненской опытной станции (Полесье) эффективность калийно-фосфорных удобрений повышалась при одновременном внесении и азотного удобрения (табл. 20).

Затухание процессов нитратонакопления в исследуемых старопахотных торфяных почвах можно объяснить тем, что в них уже в значительной

Таблица 20

Влияние азотных удобрений на урожай сельскохозяйственных культур на почве Сарненской станции, ц/га

Удобрение	Конопля		Овес, зерно	Сеянные луга	Картофель, клубни
	семена	солома			
$K_2O + P_2O_5$	19,6	94	18,2	89,9	312
$K_2O + P_2O_5 + N$	23,7	125	21,9	113,7	288

Таблица 21

Влияние азотных удобрений на урожай сельскохозяйственных культур (по данным Мостового, 1962)

Вариант опыта	Озимая рожь (зерно)		Овес (зерно)		Картофель		Сахарная свекла	
	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%
РК	24,0	100	24,4	100	209	100	383	100
NPK	22,9	95	22,0	90	207	99	301	78

Таблица 22

Влияние медного удобрения на урожай овса на торфяной почве Сульского опытного поля и Сарненской станции (Середа, 1956)

Внесение удобрения, кг/га	Сульское опытное поле		Сарненская н.-и. станция	
	ц/га	%	ц/га	%
K ₂ O — 90	8,9	100	21,9	100
K ₂ O — 90, CuSO ₄ — 50	9,9	111	25,3	115
K ₂ O — 90, CuSO ₄ — 50				
P ₂ O ₅ — 60	9,6	108	29,7	135

мере исчерпалась основная масса легко доступных процессам минерализации азотных органических соединений. В таком торфе остались соединения, с трудом поддающиеся процессам минерализации (Sprawozdania..., 1937; Немчинов, 1940).

В опытах М. Н. Мостового (1962) было установлено, что урожай озимой ржи и овса в среднем за четыре года по РК оказался почти на 2 ц/га ниже, чем по NPK. Такие же результаты были получены в опытах с сахарной свеклой и картофелем (табл. 21). Опыты проводились на средне и хорошо разложившемся торфянике. Отрицательное влияние азотных удобрений на зерновые культуры объясняется интенсивным развитием вегетативной массы растений и недостаточным генеративных органов.

Одновременно с калийными и калийно-фосфорными удобрениями на торфяных почвах необходимо применять и медные удобрения (сернокислую медь, пиритные огарки). В литературе имеются многочисленные данные об эффективности медных удобрений на торфяных почвах при самостоятельном их внесении, а также при внесении совместно с калийными и фосфорно-калийными удобрениями под различные культуры.

Приведенные в табл. 22 данные урожая зерна овса на торфяной почве Сульского опытного поля и на слабокислой перегнойно-торфяной почве Сарненской станции свидетельствуют о различном действии медных удобрений на этих почвах. Медное удобрение, как и фосфорное, менее эффективно на почве Сульского опытного поля, чем на Сарненской почве, при одинаковых валовых запасах меди (на Сульском поле 15—18 мг и на Сарненской станции 14—17 мг на 1 кг почвы).

Согласно данным Л. К. Островской и др. (1960), подвижность меди значительно снижается в присутствии извести. Действительно, в почве Сульского поля содержится меньше подвижной меди. Поэтому эффективность медных удобрений на почве Сульского поля должна быть выше. Однако урожайные данные не подтверждают этого, что свидетельствует о сложности отношений между почвой, вносимыми удобрениями и растением.

Н. И. Середа (1956) рекомендует вносить в железисто-карбонатные торфяные почвы пиритный огарок в количестве 500—750 кг/га два раза за

Влияние микроэлементов на урожай среднерусской конопли

Вариант опыта	Урожай, ц/га			Прочность волокон, кг
	соломки	семян	волокон	
Без удобрений (контроль)	24,7	3,6	1,2	10,0
$K_{150}P_{60}$ (фон)	69,5	7,5	6,2	19,0
Фон+25 кг Cu	73,4	8,6	6,5	24,5
Фон+2 кг Co	76,9	7,7	6,4	24,4
Фон+2 кг Mo	77,3	7,9	7,4	23,3
Фон+2 кг I	74,7	7,7	7,0	22,0
Фон+2 кг Zn	74,7	8,0	8,5	21,3

ротацию восьмипольного севооборота, а в слабокислые мало- и среднезольные почвы 300—500 кг/га один раз под культуру, идущую по пласту, а затем при залужении. Медь в форме сернокислой соли ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) должна вноситься в количестве 20—25 кг/га один раз в три—четыре года.

По данным М. В. Куксины, Б. Г. Орешич, Г. М. Дубинской (1966), медные удобрения (5 ц/га пиритного огарка) при внесении их вместе с фосфорно-калийными под сахарную свеклу и кукурузу заметно повышают урожай этих культур, улучшают качество урожая и положительно влияют на последующие культуры на протяжении трех лет. Под картофель указанные авторы не рекомендуют вносить пиритные огарки, так как его урожай не повышается.

Медные удобрения целесообразно вносить в севообороте под однолетние культуры через три года, прежде всего под сахарную свеклу и кукурузу.

Н. Мусерович с соавторами (Musierowicz a. o., 1940), изучая в полевых опытах влияние норм сернокислой меди на урожай зерна овса и ячменя на низинной торфяной почве в Дублянах (Львовский сельскохозяйственный институт), нашли, что доза 1600 кг/га оказала отрицательное влияние на урожай овса и ячменя (содержание валовой меди в этих почвах 1,3—19 мк/кг).

Наиболее употребляемым медным удобрением на торфяных почвах являются пиритные огарки (отход сернокислого производства), однако не следует забывать, что кроме меди в пиритных огарках содержатся кобальт, марганец, цинк, железо и другие микроэлементы. Это не дает основания объяснять эффективность применения пиритных огарков на торфяных почвах действием одной меди.

Заслуживает внимания указание О. К. Кедрова-Зихмана, Р. Е. Розенберга (1956), что наряду с медью кобальт и молибден оказывают значительное положительное действие на урожай сельскохозяйственных культур на торфяных почвах. Л. К. Островская (Островская и др., 1960) пишет о необходимости широко практиковать на известковых и известкованных почвах внесение растворимых комплексных соединений металлов.

О том, что микроудобрения способствуют повышению урожая растений на торфяных почвах, свидетельствуют данные полевых опытов с коноплей М. Н. Шевченко (1962). Внесение микроэлементов не только способствует дальнейшему росту урожая волокна и семян, но и повышает прочность волокон (табл. 23).

В опытах с сахарной свеклой урожай и содержание сахара повышались от внесения меди и молибдена, йод и цинк не давали заметного эффекта (Шевченко, 1962).

О положительном влиянии микроэлементов на урожай многих сельскохозяйственных культур, выращиваемых на торфяных почвах, говорят и

Таблица 24

Эффективность микроэлементов Co, В, Zn и Li на торфяных почвах Полесья и лесостепи Украины

Вариант опыта	Полесье						Лесостепь					
	Картофель		свекла кормовая		овес		многолетние травы		картофель			
	урожай, кг/5 м ²	прибавка, %	урожай, ц/га	прибавка, %	урожай, кг/5 м ²	прибавка, %	урожай сена, ц/га (1 укос)	прибавка, %	урожай, кг/5 м ²	прибавка, %		
Контроль (без удобрений)	7,0	—	265	—	1,8	—	12,3	—	4,5	—	85	—
P ₆₀ K ₁₂₀ (фон)	12,2	73	541	104	2,0	15,1	24,0	195	7,3	62	118	40
Фон+Co (внесен в почву)	14,6	108	611	117	2,5	42,5	29,4	239	10 1	125	131	55
Фон+Co (предпосевная обработка)	14,7	109	—	—	2,2	25,1	—	—	10 4	132	—	—
Фон+B	11,6	65	647	123	2,3	27,4	27,3	222	—	—	132	55
Фон+Zn	13,7	95	—	—	2,5	37,9	29,1	236	—	—	124	46
Фон+Li	14,2	102	613	117	2,2	22,9	—	—	—	—	114	34

данные полевых опытов, проведенных Л. П. Головиной и И. Ф. Павленко на Оржицком и Камень-Каширском стационарах (Головина, 1969). Результаты их приведены в табл. 24.

Таким образом, применение наряду с фосфорно-калийными удобрениями многих микроэлементов составляет значительный резерв повышения урожая сельскохозяйственных культур и его качества.

ЛИТЕРАТУРА

- Аскинази Д. Л., Гинзбург К. Е., Лебедева Л. С. Минеральные формы фосфора в почвах и методы их определения. — Почвоведение, 1963, № 5.
- Бакулина А. В. Особенности возделывания кукурузы на осущенных торфяных почвах в связи с их водно-воздушным и питательным режимом почвы. Автореф. канд. дисс. Киев, 1963.
- Баранов П. А., Кореньков Д. А. Калийные удобрения и их применение. М., Сельхозгиз, 1956.
- Бачуріна Г. Ф., Брадіс Е. М. Торфові болота Українського Полісся та шляхи їх використання в сільському господарстві. Київ, Вид-во АН УРСР, 1954.
- Безкрювний А. К., Мусіч Л. М., Щербак С. П. Деякі питання агротехніки кукурудзи на осущених торфових ґрунтах. — Зб. «Землеробство», вип. 7. Київ, «Урожай», 1966.
- Бельский Б. Б., Кулаковская Т. Н., Настиук Н. Н. Применение удобрений на торфяно-болотных почвах низинного типа. Минск, Изд-во АН БССР, 1954.
- Головина Л. П. К вопросу о содержании и распространении меди в торфяных почвах лесостепи и Полесья Украины и ее эффективность. — В сб. «Геохимические особенности и плодородие почв УССР». М., «Недра», 1969.
- Голуб Т. Ф. К вопросу изменения физических, химических и биологических свойств торфяных почв при их оккультуривания. — В сб. «К вопросу освоения и развития производительных сил Полесья». Минск, Изд-во АН БССР, 1949.
- Дем'янчик Б. І. Багаторічні кормові трави на торфових ґрунтах Полісся. — Зб. «Осушення та сільськогосподарське освоєння боліт». Київ, Вид-во УАСГН, 1959.
- Дмитренко П. А. О содержании фосфора в органической части почв. — Почвоведение, 1948, № 8.
- Зеров Д. К. Болота УРСР рослинність і стратографія. Київ, Вид-во АН УРСР, 1938.
- Зиза А. А., Никонов М. Н. Сельскохозяйственное использование торфяных болот. М., Сельхозгиз, 1955.
- Каплан М. А. Болота СССР. — В сб. «Сельскохозяйственное освоение болот». М., 1940.
- Кедров-Зихман О. К., Розенберг Р. Е. Влияние микроэлементов на урожай сельскохозяйственных растений на торфяно-болотных почвах в зависимости от доз и способов их применения. — Труды Ин-та мелиорации и водного хозяйства АН БССР, т. VII. Минск, Изд-во АН БССР, 1956.

- Куксін М. В., Орешич Б. Г., Дубинська Г. М.* Вплив добрив на врожай однорічних пропапних культур у сівозміні на осушеніх торфовищах Полісся України. — Зб. «Землеробство», вип. 7. Київ, «Урожай», 1966.
- Кулаковская Т. Н.* Влияние минеральных удобрений на процессы окультуривания торфяно-болотных почв. — Труды Ин-та почвоведения, т. VII. Минск, Изд-во АН БССР, 1956.
- Лебедев К. К.* Негидролизуемый остаток низинных торфов. — Труды Ин-та торфа, т. VII. Минск, Изд-во АН БССР, 1959.
- Лупинович И. С.* К вопросу о преобразовании природы торфяно-болотных почв БССР. — Изв. АН БССР, 1951, № 6.
- Лупинович И. С., Голуб Т. Ф.* Торфяно-болотные почвы БССР и их плодородие. Минск, Изд-во АН БССР, 1952.
- Матюшенко В. П.* Исследование торфяных болот в долине реки Трубеж — левого притока Днепра. — Труды Н.-и. торфяного ин-та, вып. 1, 1928.
- Мостовой М. Н.* Удобрение сельскогосподарських культур на торфовых грунтах Полісся УРСР. — Зб. «За високий урожай на осушеніх землях». Київ, Держсільгоспвидав УРСР, 1962.
- Мостовой М. Н., Мельник Л. П.* Удобрения сельскохозяйственных культур на торфяных почвах Українського Полесья. — В кн. «Осушение и освоение низинных болот Полесской зоны УССР». Київ, «Урожай», 1965.
- Немчинов А. А.* Подвижность азота торфяных почв в зависимости от состава органического вещества. — В кн. «Итоги научно-исследовательских работ за 1938—1939 гг.» М., ОГИЗ — Сельхозгиз, 1940.
- Островская Л. К., Яковенко Г. М., Гамаюнова М. С.* Комплексная недостаточность микроэлементов в известковых почвах. — Труды биогеохимической лаборатории, т. II. М., Изд-во АН СССР, 1960.
- Пичугин А. В.* Водно-минеральное питание торфяных месторождений. — В кн. «Химия и генезис твердых горючих ископаемых». М., Изд-во АН СССР, 1953.
- Пьявченко Н. И., Сибирева З. А.* О роли атмосферной пыли в питании болот. — Докл. АН СССР, т. 124, № 2, 1959.
- Рассел Э. Д.* Почвенные условия и рост растений. М., ИЛ, 1955.
- Самбур Г. М.* Заболочені ґрунти Полісся Лісостепу УРСР та їх характеристика. — Зб. «За високий урожай на осушеніх землях». Київ, Держсільгоспвидав УРСР, 1962.
- Сердобольский И. П.* Калий. М. — Л., Изд-во АН СССР, 1944.
- Середа Н. И.* Эффективность медных удобрений на различных торфяных почвах. Научн. труды Укр. НИИГиМ, вып. 77/3. Киев, Госсельгиз УССР, 1956.
- Середа Н. И.* Производственно-генетическая классификация торфяно-болотных почв УССР. — В сб. «Освоение болотных и заболоченных почв нечерноземной зоны Европейской части СССР». Минск, Изд-во АСХН БССР, 1960.
- Середа Н. И.* Заболочені ґрунти Полісся і Лісостепу УССР та їх характеристика. — Зб. «За високий урожай на осушеніх землях». Київ, Держсільгоспвидав УССР, 1962.
- Скрынникова И. Н.* Почвенные процессы в окультуренных торфяных почвах. М., Изд-во АН СССР, 1961.
- Станкевич В. С., Рубин П. Р.* Осушение и освоение болот и заболоченных земель. М., Сельхозгиз, 1956.
- Тюленев М. О.* Використання торфових ґрунтів під цукрові буряки. Київ — Харків, Держ. вид-во колгоспно-індустріал. літ., 1950.
- Чеснік О. А.* Изменение содержания различных форм калия в мощном черноземе под влиянием сельскохозяйственной культуры. — В сб. «Пути повышения плодородия почв Украины». Харьков, 1963.
- Шевченко М. Н.* Культура конопель на торфовых грунтах. Київ, Вид-во УАСГН, 1960.
- Шевченко М. Н.* Особливості агротехніки цукрових буряків на осушеніх землях. Київ, Держсільгоспвидав УРСР, 1962a.
- Шевченко М. Н.* Особливості вирощування льону і конопель на торфових грунтах УРСР. — Зб. «За високий урожай на осушеніх землях». Київ, Держсільгоспвидав УРСР, 1962b.
- Эйзен И. А.* Торфяные почвы. — В кн. «Агрохимическая характеристика почв СССР. Белорусская ССР». М., Изд-во АН СССР, 1962.
- Chang S. C., Jackson L. M.* Soil phosphorus in some representative soils. — Journ. Soil Sci., v. 9, 1958.
- Musierowicz A., Krlyślowski J., Wondrausch A.* Studia nad wysokoscid plenow Jiornd owsid i jeczmienid, uprawianych na Dublanskim Zorifie niskim. — Roczniki nauk rolniczych i leśnych, T. I, Poznań, 1940.
- Sprawozdania i dzia³alnosci. Zakadu doswiadczanego uprawy Zorfowisk pod Saznami. «O dnowianie szarej laki nowozami organicznymi».* Pulawy, 1937.

ЛЕСОСТЕПЬ УКРАИНСКОЙ ССР

АГРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЧЕРНОЗЕМОВ МОЩНЫХ

По данным крупномасштабного почвенного обследования мощные черноземы в УССР занимают около 6,3 млн. га, из них около 5,7 млн. га пашни.

Крупными земельными массивами мощные черноземы расположены главным образом в лесостепной части Украины. Кроме того, они встречаются на широких плато Донецкого кряжа и Приазовской возвышенности, на лессовых островах Полесья УССР, а также на плато и верхней террасе Днепра. В последнем случае они представлены слабогумусными и малогумусными разновидностями.

Описываемые почвы сформировались под степной травянистой растительностью в условиях глубокого залегания грунтовых вод и нормального атмосферного увлажнения преимущественно на лессовых незасоленных породах. Для них характерно глубокое проникновение темноокрашенных гумусовых веществ (100—125 см и глубже). Общая мощность окрашенного гумусового горизонта значительно варьирует. На тяжелосуглинистых среднегумусных разностях она достигает 90—105 см, в то время как по легкосуглинистым малогумусным разностям составляет около 75 см.

Характерным признаком мощных черноземов является однородность их профиля, в котором не наблюдается характерного для оподзоленных почв перераспределения коллоидов: он не дифференцируется на горизонты вымывания и вымывания, что подтверждается данными механического анализа. Механический состав описываемых почв в основном зависит от того, на каких породах они сформировались. В разных частях лесостепи даже в пределах одной области механический состав различный (табл. 1).

Таблица 1

Механический состав черноземов мощных, %

Место взятия образца	Глубина, см	Размер частиц, мм						Разновидность по механическому составу
		>0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001	
Винницкая обл., Липовецкий р-н, с. Большая Ростовка	0—20	0,23	4,88	51,47	5,32	9,48	28,62	Тяжелосуглинистая
	30—40	0,25	4,74	52,56	6,00	7,30	29,15	
Полтавская обл., Лубенский р-н, колх. «Большевик»	50—60	0,009	4,10	53,21	6,46	7,86	28,28	Крупнопылевато-легкосуглинистая
Харьковская обл., Купянский р-н, колх. «Заветы Ильича»	0—28	0,5	10,8	57,7	5,9	5,6	16,7	Легкосуглинистая
	55—65	0,1	0,1	68,1	8,2	1,6	17,0	
Харьковская обл., Богословский р-н, колх. «Коммунист»	25—35	1,4	19,2	13,3	13,1	10,7	42,3	
	60—65	1,6	9,4	27,8	8,4	11,0	41,2	
	65—75	1,4	1,7	27,7	14,7	10,0	42,2	
	30—40	—	13,7	37,6	7,9	9,0	31,7	Песчано-тяжелосуглинистая
	65—75	—	10,9	34,8	8,6	8,5	29,2	

Таблица 2

Состав поглощенных оснований в пахотном слое черноземов мощных

Чернозем мощный	рН водной вытяжки	Емкость по-глощению, мг-экв на 100 г	Поглощенные катионы, мг-экв на 100 г		
			Ca	Mg	Na + K
Малогумусный крупнопылевато-среднесуглинистый. Сумская обл.	6,8	28,0	22,8	4,2	0,3
Среднегумусный легкоглинистый. Харьковская обл.	7,3	40,8	32,4	3,6	0,8
Среднегумусный легкоглинистый. Донецкая обл.	7,2	59,2	50,8	8,2	0,2
Малогумусный выщелоченный крупнопылевато-легкосуглинистый. Черниговская обл.	5,8	20,6	12,8	5,9	—

Мощные глинистые и тяжелосуглинистые черноземы богаты илом и обогащены пептизирующими гуминовыми веществами, что обуславливает наличие в них большого количества прочных макроагрегатов (50%).

Мощные средне- и легкосуглинистые крупнопылеватые разности черноземов мощных содержат меньше коллоидов, поэтому количество водопрочных агрегатов в них меньше, чем в почвах с более тяжелым механическим составом. Они легче уплотняются и заплываются.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Различают три разновидности мощных черноземов — карбонатные, типичные, выщелоченные.

Черноземы карбонатные образовались на карбонатных породах и характеризуются высокой насыщенностью основаниями. Как правило, карбонаты в них находятся на глубине до 30 см, иногда наблюдается вскипание этих почв с поверхности. В типичных мощных черноземах карбонаты залегают на глубине 3—60 см, в выщелоченных — на глубине 70—90 см, а иногда и в материнской породе.

Поглощающий комплекс карбонатных и типичных мощных черноземов насыщен двухвалентными катионами (Ca и Mg) почти на 100% (табл. 2). В поглощающем комплексе выщелоченных черноземов содержится водород. Гидролитическая кислотность их может достигать 2,0—2,5 мг-экв на 100 г почвы, реакция почвенного раствора слабокислая.

Чем тяжелее механический состав почвы, тем выше емкость поглощения. Если для глинистых разностей она достигает 60 мг-экв на 100 г почвы, то в легкосуглинистых и супесчаных разностях она равна всего 15—20 мг-экв на 100 г. Кислотность почв также в значительной мере связана с механическим составом. Почвы легкого механического состава (супесчаные, легкосуглинистые) имеют более низкий рН и гидролитическая кислотность их выше, чем у почв тяжелого механического состава.

СОДЕРЖАНИЕ И СОСТАВ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА

Накоплению гумуса в черноземах способствует значительное количество органических остатков, ежегодно остающихся в почве. Благодаря умеренному режиму влажности и температуры в зоне мощных черноземов сквозное промачивание отсутствует или весьма ограничено. Катионы, освобождающиеся в результате выветривания, не вымываются, а сохраняются на месте и связывают образующиеся гуминовые кислоты в устойчивые нерастворимые гуматы кальция. Этому способствует и нейтральная реакция мощных

Таблица 3

Качественный состав гумуса чернозема мощного (Граковское опытное поле)

Глубина, см	Гумус, %	С гуминовых кислот			С фульвокислот	$C_{\text{гк}} : C_{\text{фк}}$	Глубина, %	Гумус, %	С гуминовых кислот			С фульвокислот	С нерастворимого остатка	$C_{\text{гк}} : C_{\text{фк}}$
		% к С общему	С фульвокислот	С нерастворимого остатка					С гуминовых кислот	С фульвокислот	С нерастворимого остатка			
Без удобрений (контроль)														
0—25	5,6	38,3	18,0	43,7	2,1		0—25	5,9	32,3	22,2	45,5	1,4		
25—40	5,5	28,8	23,3	47,9	1,2		25—40	5,7	27,6	23,9	48,5	1,1		
40—60	4,6	30,5	27,0	42,5	1,1		40—60	4,8	33,1	19,6	47,3	1,7		
70—80	3,9	29,7	21,2	49,1	1,4		70—80	4,3	30,9	18,5	50,6	1,7		
100—110	1,9	18,2	31,8	50,0	0,6		100—110	2,1	41,0	23,8	35,2	1,7		
130—140	1,1	3,2	44,4	52,4	0,1		130—140	1,6	26,9	11,8	61,3	2,3		
За время опыта внесено $N_{645} P_{750} K_{645}$														
0—25	5,9	32,3	22,2	45,5	1,4									
25—40	5,7	27,6	23,9	48,5	1,1									
40—60	4,8	33,1	19,6	47,3	1,7									
70—80	4,3	30,9	18,5	50,6	1,7									
100—110	2,1	41,0	23,8	35,2	1,7									
130—140	1,6	26,9	11,8	61,3	2,3									

черноземов. Смена весеннего максимума влаги, во время которого происходит усиленное разложение органических остатков, периодами относительной сухости благоприятствует явлениям конденсации вновь синтезированных гумусовых веществ и накоплению преимущественно высококонденсированных гуминовых кислот.

Органические и минеральные удобрения влияют не только на содержание гумуса, но и на его качественный состав. Из данных, приведенных в табл. 3, видно, что за 30 лет внесения минеральных удобрений несколько увеличилось содержание гумуса в почве и изменился его качественный состав. В пахотном слое удобренного варианта значительно уменьшилось содержание гуминовых кислот и возросло количество фульвокислот. Отношение $C_{\text{гк}} : C_{\text{фк}}$ уменьшилось с 2,13 до 1,45. В нижележащих слоях почвы на удобренном варианте это отношение расширилось за счет значительного увеличения количества гуминовых кислот. Под влиянием удобрений несколько возросла доля нерастворимого остатка.

АЗОТ

Известно, что чем меньше ионов аммония в поглощающем комплексе почв, тем слабее их подвижность и меньше доступность растениям. Черноземы отличаются слабой насыщенностью аммонием в сравнении с другими почвами. Возможно, это обусловливает низкое использование растениями аммония на черноземах мощных.

Минеральная часть почвы в основном представлена монтмориллонитом. Это является причиной высокой емкости фиксации аммония этими почвами. Особенно это касается почв более тяжелого механического состава. Способность к необменной фиксации NH_4^+ и общая емкость фиксации значительно увеличиваются с глубиной.

Основной формой азота, используемой растениями на данных почвах, является нитратный азот. Благодаря хорошим водо-физическим свойствам и большому количеству органического вещества мощные черноземы обладают высокой нитрификационной способностью, причем процессы нитрификации протекают в основном в верхнем слое почвы. В более глубокие слои нитраты проникают с фильтрующейся водой, вымывание их тем сильнее, чем больше осадков выпадает в осенне-зимний период и чем легче механический состав почвы. Наиболее значительное вымывание отмечается в северных и северо-западных районах лесостепи УССР.

Однако минеральные формы азота, а также низкомолекулярные органические соединения содержат небольшую часть общего азота почвы. Основная его масса входит в состав негидролизуемых или слабогидролизуемых сложных и устойчивых органических соединений, т. е. в состав гумуса.

Легкогидролизуемый азот составляет лишь 1—2,5% от валового запаса.

В мощных черноземах относительно велика доля устойчивых соединений азота. По данным Д. С. Орлова и М. Н. Овчинниковой (1966), суммарные запасы «гуминового» азота превышают 4 т/га. Относительно много также азота аминокислот, входящих в состав фульвокислот, гуминовых кислот и гуминов. Более половины общего азота (67—71%) содержится в гуминах и гуминовых кислотах. В мощных черноземах подвижные формы азотных соединений составляют менее одной трети общих запасов азота.

ФОСФОР

Валовой запас фосфатов в метровом слое мощного чернозема составляет 17—20 т/га. Богаче фосфором почвы южных провинций, высокогумусированные, тяжелого механического состава. Но, несмотря на большие запасы фосфора на мощных черноземах, растения испытывают недостаток в фосфоре и хорошо отзываются на фосфорные удобрения, что объясняется наличием в почве большого количества фосфорных соединений, слабо растворимых в воде и мало доступных для растений (табл. 4).

Наиболее доступные для растений «рыхлосвязанные» фосфаты отсутствуют, а менее доступные фосфаты алюминия и кислые фосфаты кальция составляют незначительную часть всех фосфатов почвы. В группу основных фосфатов кальция (0,5 н. H_2SO_4 -вытяжка) входят, очевидно, высокоосновные малодоступные для растений фосфаты кальция (апатиты и др.).

Систематическое внесение удобрений способствует накоплению фосфора в почве. Больше всего он сосредоточивается в верхнем слое (0—40 см). На удобренных делянках содержание фосфора выше, чем на неудобренных, до глубины 100 см и больше. Механизм проникновения фосфатов удобрений на такую глубину пока не раскрыт.

Остаточный фосфор удобрений распределяется по всем группам соединений, присущим данной почве, но наибольшее его количество остается в раст-

Таблица 4

Формы фосфатов в мощном черноземе и их содержание, мг на 100 г почвы (многолетний стационар Граковского опытного поля, аналитик С. М. Кукоба)

Глубина, см	Минеральные фосфаты				Органические фосфаты		Нераство- римый остаток	Валовой фосфор
	Al-P и кислые Ca-P (0,5 н. H_4F)	Fe-P (0,1 н. $NaOH$)	Ca-P основ- ные (0,5 н. H_2SO_4)	окклюди- рованные и восста- новлено- раствори- мые	активные	окклюди- рованные		
Удобренный вариант (внесено за время проведения опыта $N_{645}P_{750}K_{465}$)								
0—25	4,7	9,5	34,5	13,2	42,0	16,5	51,4	210
25—40	2,9	5,5	41,5	23,5	34,2	21,6	50,7	210
40—60	2,2	3,6	37,0	21,9	29,6	20,1	48,5	176
70—80	1,9	3,0	42,0	17,3	26,6	21,3	42,0	155
100—110	0,8	2,1	47,0	15,5	12,4	13,3	41,2	120
Неудобренный вариант								
0—25	2,7	6,2	33,5	15,0	37,7	10,8	54,7	165
25—40	1,8	4,6	33,0	21,1	32,8	16,2	51,5	165
40—60	1,1	2,1	33,0	19,1	31,3	18,8	48,6	159
70—80	1,0	1,6	33,0	13,7	25,8	17,9	43,8	155
100—100	1,7	0,6	46,5	10,4	12,2	10,5	43,4	120

Таблица 5

Содержание углерода и фосфора в мощном черноземе (вегетационный опыт)

Вариант опыта	C		P		$C_{\text{ГК}}:P_{\text{ГК}}$	$C_{\text{ФК}}:P_{\text{ФК}}$
	гуминовых кислот	фульвокислот	гуминовых кислот	фульвокислот		
Контроль	1,054	0,635	16,97	33,2	62	19
$N_5P_5K_5^*$	1,332	0,525	19,47	34,6	68	14
$N_{10}P_{10}K_{10}$	1,278	0,532	19,47	40,37	65	13
$N_{10}P_{20}K_{20}$	2,268	0,543	23,17	38,78	54	14
$N_{50}P_{50}K_{20}$	1,268	0,580	23,15	34,59	54	14

* Доза в мг на 100 г почвы.

воримой «активной» форме, что значительно улучшает режим питания растений фосфором.

Значительную часть общего запаса фосфатов в данных почвах (около 40 % от валового количества) составляет органический фосфор. Исследования П. А. Дмитренко (1948), Д. Ф. Соколова (1948), Д. М. Хейфец (1948) показали, что органофосфаты не являются мертвым запасом в почве: при определенных условиях они принимают участие в питании растений.

Представляет интерес величина отношения С : Р, характеризующая насыщенность перегноя почвы фосфором и степень доступности органофосфатов растению. Чем ниже это отношение, тем более доступен фосфор растению. По данным П. А. Дмитренко (1957), отношение С : Р для черноземов мощных малогумусных и черноземов мощных малогумусных выщелоченных равно соответственно 112 и 100. Это значительно больше, чем в сероземе, но меньше, чем во многих других почвах.

Удобрения повышают насыщенность органической части почвы фосфором (табл. 5). При значительном насыщении почвы фосфором отношение углерода гуминовых и фульвокислот к содержанию фосфора снижается, а степень доступности фосфора растениям возрастает.

КАЛИЙ

Мощные черноземы отличаются значительными валовыми запасами калия (до 2,5—3%). Недостаток калия для растений на этих почвах встречается реже, чем недостаток азота и фосфора. Они относятся к группе богатых калием (15—20 мг обменного K_2O на 100 г почвы) и очень богатых (20 мг K_2O на 100 г почвы). Благодаря большой поглотительной способности почвы внесенный калий быстро переходит в поглощенное состояние, в основном оставаясь в слое внесения, что препятствует вымыванию калия осадками.

Калий удобрений может быть фиксирован в почве (необменно поглощен), особенно на почвах более тяжелого механического состава. Смена весеннего максимума влагообеспеченности периодами относительной сухости, характерная для большей части зоны мощных черноземов, усиливает необменное поглощение калия, которое согласно Р. И. Кардиналовской (1960) на черноземе мощном малогумусном достигает 40—60 % от внесенного количества.

Фиксированный почвой калий на мощных черноземах прочно связан, но под воздействием различных факторов высвобождается полнее, чем на других почвах. Необменное поглощение калия может быть связано не только с наиболее дисперсной минеральной частью почвы, но и с ее органическим веществом. Роль органического вещества типа гуминовых кислот, которыми и богаты мощные черноземы, в необменном поглощении калия заключается, по-видимому, в блокировании минеральных частиц почвы путем образования пленок гелей на поверхности минералов и склеивания по-

Таблица 6

Степень подвижности калия в мощном черноземе Граковского опытного поля, мг К₂O на 100 г почвы

Вариант опыта	Глубина, см	Вытяжка	
		1 н. CH ₃ COONH ₄	0,03%-ная MgSO ₄
Контроль (без удобрений)	0—25	25,1	1,88
	25—40	23,8	0,97
N ₁₀₅ P ₄₀₅ K ₄₁₅	0—25	24,4	2,99
	25—40	23,0	1,99
N ₆₄₅ P ₇₅₀ K ₆₄₅	0—25	32,3	3,73
	25—40	27,4	2,26

следних в агрегаты. Необменное поглощение калия удобрений может быть вызвано жизнедеятельностью микроорганизмов, весьма интенсивной на рассматриваемых почвах.

Результаты исследований показали (табл. 6), что степень подвижности обменного калия выше на удобренных участках, чем на неудобренных, причем действие удобрений сказывается на степени подвижности калия более четко, чем на запасе подвижного обменного калия. Это подтверждают и данные Ю. К. Кудзина (1960), установившего, что при длительном применении калийных удобрений содержание водорастворимого и обменного калия в мощном черноземе повышается незначительно.

Навоз оказывает более сильное влияние на содержание обменного калия в мощном черноземе, чем минеральные удобрения.

Для изучения процессов распределения калия по профилю почвы, а также для оценки возможности вымывания и мобилизации калия из почвы были

Таблица 7

Распределение K₂O по профилю мощного чернозема. 1 н. CH₃COONH₄-вытяжка, мг K₂O на 100 г почвы

Глубина, см	Вариант опыта			Глубина, см	Вариант опыта		
	контроль (без удобрения)	N ₂₀₀ P ₂₀₀ K ₂₀₀	N ₆₀₀ P ₆₀₀ K ₆₀₀		контроль (без удобрения)	N ₂₀₀ P ₂₀₀ K ₂₀₀	N ₆₀₀ P ₆₀₀ K ₆₀₀
0—25	16,4	20,4	30,0	70—80	13,6	13,6	11,9
25—40	13,6	19,7	21,8	90—100	11,7	13,8	11,9
40—60	15,7	15,9	16,4				

Таблица 8

Распределение калия по профилю чернозема мощного Граковского опытного поля (удобрения вносились в течение 30 лет)

1 н. CH₃COONH₄ - вытяжка, мг K₂O на 100 г почвы

Глубина, см	Вариант опыта		Глубина, см	Вариант опыта	
	Контроль (без удобрений)	N ₆₄₅ P ₇₅₀ K ₆₄₅		Контроль (без удобрений)	N ₆₄₅ P ₇₅₀ K ₆₄₅
0—25	25,1	32,4	70—80	23,0	28,7
25—40	25,4	28,2	100—110	23,0	23,3
40—60	24,7	29,4	130—140	21,4	23,3

проведены исследования на образцах мощного чернозема Богодуховского района Харьковской области (табл. 7). Удобрения были внесены осенью 1967 и 1968 гг., анализ проведен весной 1969 г.

Максимум обменного калия приходится на пахотный слой. В нижележащих горизонтах его количество уменьшается, хотя и продолжает оставаться значительным. Калий удобрений задерживается в основном в пахотном слое и значительно меньше в подпахотном. При длительном применении удобрений увеличение содержания калия наблюдается и в более глубоких горизонтах (табл. 8). За два года внесенный в пахотный слой калий переместился до глубины 40 см, за 30 лет — до 80 см.

Таким образом, систематическое применение удобрений не только значительно увеличивает урожай сельскохозяйственных культур, но и повышает плодородие мощных черноземов.

ЛИТЕРАТУРА

- Альтман К. П., Литовкин В. М. Почвы Винницкой области. Одесса, «Маяк», 1969.
Бобрышова В. Ф., Гржимало О. Ф., Мамонтов Т. В. Почвы Харьковской области. Харьков, «Пропор», 1970.
Возбужская А. Е. Химия почв. М., «Высшая школа», 1968.
Гржимало О. Ф., Кисель Н. Я. Почвы Сумской области. Харьков, «Пропор», 1970.
Дика М. К., Мацюк П. И., Падалка С. С., Чепуренко И. С. Почвы Донецкой области. Донецк, «Донбасс», 1969.
Дмитренко П. А. О содержании фосфора в органической части почв. — Почвоведение, 1948, № 8.
Дмитренко П. А. Доступность фосфора растениям в связи с различными условиями взаимодействия удобрений с почвой. — Почвоведение, 1957, № 6.
Кардиналовська Р. І. Вплив різних факторів на звільнення калію добрив, необмінно увібраного ґрунтом. — Наукові праці УНЗІЗ, т. 10, 1960.
Колтакова П. С. Изменение содержания органического вещества в выщелоченном черноземе при длительном применении удобрений. — Агрохимия, 1964, № 4.
Кудзин Ю. К. Влияние длительного применения удобрений на некоторые свойства чернозема и продуктивность растений. — В кн. «Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы и продуктивность севооборотов», вып. 1. М., «Колос», 1960.
Орлов Д. С., Овчинникова М. Н. Различные формы соединений азота в сероземе, черноземе и дерно-подзолистой почве. — Агрохимия, 1966, № 1.
Соколов Д. Ф. О наличии некоторых органических соединений фосфора в почвах. — Почвоведение, 1948, № 8.
Хейфец Д. М. Методика определения и содержание минеральных и органических соединений фосфора в некоторых почвах Советского Союза. — Почвоведение, 1948, № 2.

АГРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕГРАДИРОВАННЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ

По данным крупномасштабного почвенного обследования реградированные черноземы занимают площадь свыше 1 млн. га. Они распространены в пределах лесостепной зоны, в основном на территории двух физико-географических и агропочвенных провинций — центральной правобережной высокой лесостепи (южная подпровинция) и левобережной высокой лесостепи. На территории двух провинций (западной лесостепи и левобережной низинной лесостепи) эти почвы занимают небольшие пространства (Гринь, 1969; Скорина, 1969).

Реградированные почвы чаще всего приурочены к расчлененным правобережным водоразделам местных рек, где были в прошлом, а во многих местах есть и сейчас леса. По мнению Н. Б. Вернандер (1939), С. Ф. Королюка (1939), Г. С. Гриня, К. Н. Фиделя (1960) и других, сущность процесса реградации состоит в накоплении органического вещества, подтягивания карбонатов, улучшении физико-химических свойств оподзоленных почв. Морфологически это выражается в потемнении гумусового и разрыхления иллювиального горизонтов, поднятии линии вскипания.

В зависимости от степени проявления процесса реградации различают черноземы слабо-, средне- и сильнореградированные. По многим морфологическим признакам слабореградированные черноземы близки к оподзоленным, а сильнореградированные к мощным.

Профиль реградированного чернозема имеет следующее строение.

Гумусово-элювиальный горизонт мощностью 35—45 см по свойствам сходен с аналогичным горизонтом мощного чернозема, но менее гумусирован, обладает несколько худшей структурой и наличием кремнеземистой присыпки.

Под ним залегает гумусово-иллювиальный горизонт — до глубины 70—85 см. Структурой и окраской он напоминает аналогичный горизонт оподзоленного чернозема, но имеет более рыхлое сложение, большую гумусированность и окарбоначенность (линия вскипания на глубине 50—60 см). Глубже 70—85 см залегает второй переходный горизонт, как правило, карбонатный, гумусированный. С глубины 100—110 см начинается почвообразующая порода — лёсс или лёссывидный суглинок.

Одной из важнейших черт черноземов реградированных, отличающих их от оподзоленных, является уменьшение плотности иллювиального горизонта, что обусловлено вторичным окарбоначиванием профиля.

Н. Б. Вернандер (Вернандер и др., 1951) отмечает уменьшение скопления илистых частиц в иллювиальном горизонте реградированных черноземов по сравнению с оподзоленными разностями, уменьшение объемного веса по всему профилю.

Механический состав. Процессам вторичного окарбоначивания и «очерноземливания» (реградации) подвергаются в основном оподзоленные почвы, залегающие на карбонатных лёсовых породах. В связи с этим реградированные почвы по механическому составу повторяют верхние слои лёссов.

В пределах левобережной высокой лесостепи распространены черноземы реградированные тяжелосуглинистые (Харьковская область и восточная часть Полтавской) и среднесуглинистые (Сумская область и западная часть Полтавской).

На правобережье реградированные почвы почти сплошь представлены среднесуглинистыми разностями, только на южной окраине правобережной

Таблица 1

Механический состав реградированных черноземов, %

Почва	Место отбора образцов	Глубина, см	Генетический горизонт	Размер частиц, мм						Потери при хим. обра-ботке
				1,00— 0,25	0,25— 0,05	0,05— 0,01	0,01— 0,005	0,005— 0,001	<0,001	
Чернозем реградированный тяжелосуглинистый иловато-пылеватый на лессе	Харьковская обл., Богодуховский р-н, Первухинский свеклосовхоз	0—18	He	0,6	4,5	35,2	12,5	9,8	37,4	Нет
		30—40	He	0,2	3,3	36,8	11,6	8,9	39,2	»
		50—60	Hpi	0,4	5,0	38,3	11,7	8,8	36,6	»
		80—90	Phk	0,3	8,2	32,5	11,3	7,0	38,0	2,7
	Черкасская обл., Христиновский р-н, с. Леськове	150—160	Rk	Нет	0,6	22,0	10,9	10,9	41,3	14,3
		10—15	He	0,2	12,4	38,0	7,6	9,3	32,3	0,2
		30—35	He	0,2	12,2	37,4	10,4	8,4	31,2	0,2
		65—70	Hpi	0,2	7,4	36,6	10,5	13,6	26,4	5,4
		100—105	Rk	0,1	4,3	37,2	8,7	11,5	26,6	11,6

лесостепи, в районе Знаменки, имеются тяжелосуглинистые разности, а на северной окраине встречаются легкосуглинистые.

Четкой дифференциации почвенных горизонтов по механическому составу не наблюдается (табл. 1). Нами обнаружено незначительное увеличение количества илистых частиц в гумусово-иллювиальном (переходном) горизонте.

По нашим данным, валовой химический состав чернозема реградированного тяжелосуглинистого на различных полях хозяйств Богодуховского района Харьковской области характеризуется относительно большим постоянством в пространстве (табл. 2). Содержание кремния и титана в пахотном слое почвы весьма постоянно, невелики колебания в содержании алюминия, сильно варьирует количество кальция и магния.

Главенствующее положение в химическом составе почвы принадлежит кремнию (около 70%), максимум которого приходится на гумусовый горизонт. Содержание железа мало меняется по профилю, особенно при пересчете на безгумусную, безводную и бескарбонатную навеску. В пересчете на сухую почву заметна убыль содержания железа с глубиной. Отмечается некоторое увеличение количества алюминия в иллювиальном горизонте. Титан распределен по профилю весьма неравномерно, его количество колеблется от 1,2 до 1,8%.

Таблица 2

Валовой состав пахотного слоя черноземов реградированных тяжелосуглинистых лесобережной лесостепи

Компонент	Содержание ($M \pm m$), %	$\pm \sigma$	P, %	K, %	Компонент	Содержание ($M \pm m$), %	$\pm \sigma$	P, %	K, %
П. п. п.	8,18±0,29	0,89	9,5	10,8	TiO ₂	1,75±0,02	0,07	1,5	4,0
SiO ₂	70,86±0,26	0,77	0,4	1,1	CaO	1,41±0,10	0,30	7,1	26,1
Fe ₂ O ₃	3,20±0,07	0,20	2,9	6,3	MgO	1,27±0,07	0,20	5,5	17,2
Al ₂ O ₃	11,31±0,29	0,86	2,7	7,8					

Количество кальция и магния увеличивается с глубиной: CaO — 1,4% в пахотном слое и 7,0% на глубине 170—180 см, MgO — 1,1 и 1,4% соответственно. Натрий содержится в количестве около 0,5% Na_2O , максимальное количество находится в пахотном слое, что можно объяснить поступлением его с органическими и минеральными удобрениями, а также возможным поднятием с восходящими токами воды.

Адсорбированная и кристаллизационная вода содержится в несколько большем количестве в иллювиальном горизонте, чем в гумусово-элювиальном или материнской породе, что объясняется некоторым перераспределением коллоидов по профилю.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

По реакции почвенного раствора реградированные черноземы не выделяются из ряда других распространенных лесостепных почв — pH водный близок к 7, солевой — к 6. Вниз по профилю реакция водной вытяжки сдвигается в сторону слабощелочной. Количество поглощенных катионов зависит от механического состава.

Обменные катионы в пахотном слое составляют в среднесуглинистых разностях 30—36 мг-экв на 100 г почвы, а в тяжелосуглинистых — до 40 мг-экв и больше. В составе обменных катионов преобладает кальций. Обменный натрий составляет незначительную величину, порядка 0,20—0,39 мг-экв на 100 г почвы, т. е. меньше 1% от суммы поглощенных катионов (табл. 3). Количество обменного калия колеблется в довольно широких пределах — 0,15—0,51 мг-экв на 100 г почвы. Степень насыщенности кальцием, как правило, высокая, порядка 94%.

Одной из характерных особенностей этих почв является незначительное содержание водорастворимых солей. Это обусловлено тем, что здесь обычно почвообразующими являются незасоленные лессовые породы, а грунтовые воды залегают глубоко. В то же время почвы данного вида содержат значительное количество таких необходимых растениям элементов, как K, S, Ca, Mg (табл. 4).

В составе водорастворимых солей преобладают ионы HCO_3^- , Ca^{++} , причем их содержание значительно увеличивается с глубиной. Максимум водорастворимых серы и калия приходится на верхний слой почвы, что является, по-видимому, результатом биологической аккумуляции и применения удобрений. Хлора в реградированном черноземе немного — до 0,34 мг-экв на 100 г почвы, причем больше в нижней части почвенного профиля, что обусловлено вымыванием.

Таблица 3
Физико-химические свойства реградированных черноземов

Глубина, см	pH водный	Обменные катионы, мг-экв на 100 г почвы					Гидролитическая кислотность, мг-экв на 100 г почвы
		Ca	Mg	Na	K	сумма	
Левобережная лесостепь (совхоз Первухинский Харьковской обл. — Е. П. Юрко, 1967а)							
0—10	6,8	35,36	4,79	0,39	0,15	40,69	1,34
30—40	6,9	33,39	4,83	0,20	0,50	38,92	1,16
50—60	7,2	32,03	4,37	0,28	0,47	37,15	0,71
Правобережная лесостепь (Черкасская область, колхоз «Украина» Смиловского р-на — О. А. Великий и др., 1967)							
0—22	6,5	20,79	5,94	Не опр.	Не опр.	1,48	Не опр.
22—30	6,5	20,79	5,94	»	»	1,57	»

Таблица 4

Содержание водорастворимых солей в реградированных черноземах Первухинского свеклосовхоза Харьковской области, мг-экв на 100 г почвы

Глубина, см	$\text{CO}_3^{\cdot\cdot}$	$\text{HCO}_3^{\cdot\cdot}$	Cl^{\prime}	$\text{SO}_4^{\cdot\cdot}$	$\text{Ca}^{\cdot\cdot\cdot}$	$\text{Mg}^{\cdot\cdot\cdot}$	$\text{Na}^{\cdot\cdot\cdot}$	$\text{K}^{\cdot\cdot\cdot}$	Сумма	
									катионов	анионов
0—10	Нет	0,38	0,28	0,56	0,60	0,16	0,20	0,11	1,07	1,22
30—40	»	0,31	0,24	0,23	0,55	0,05	0,06	0,01	0,67	0,78
50—60	»	0,45	0,20	0,37	0,64	0,13	0,06	0,01	0,84	1,02
80—90	»	0,92	0,32	0,37	1,24	0,08	0,12	0,02	1,46	1,61
105—115	»	0,94	0,34	0,38	1,26	0,10	0,12	0,04	1,56	1,68
150—160	»	0,96	0,20	0,23	0,98	0,12	0,06	0,01	1,17	1,39

СОДЕРЖАНИЕ И СОСТАВ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА

Количество и состав органического вещества почвы зависят от совокупности факторов и условий почвообразования, растительности, деятельности микроорганизмов, гидротермического режима, физических и физико-химических свойств почв и т. д. (Тюрин, Кононова, 1962).

Согласно нашим данным, по количеству и составу органического вещества реградированные черноземы занимают промежуточное положение между черноземами мощными и оподзоленными, залегающими в идентичных условиях, причем с увеличением степени реградированности гумусированность увеличивается.

По данным О. А. Великого и др. (1967), реградированные черноземы содержат на 0,2—0,3% больше гумуса, чем оподзоленные. Большинство реградированных черноземов содержит в пахотном слое 4,0—4,9% гумуса.

Проведенные нами в 1962 г. агрохимические исследования почв Первухинского свеклосовхоза показали сравнительно небольшую пестроту в содержании гумуса (табл. 5). Коэффициент варьирования количества гумуса в пахотном и подпахотном слоях черноземов реградированных на площади около 2000 тыс. га равен 10%, только для слабосмытых разностей он повышается до 11—12%. Для сравнения укажем, что коэффициент варьирования содержания подвижных форм фосфора и калия в 2—3 раза выше.

Реградированные черноземы отличаются от мощных одинакового (тяжелосуглинистого) механического состава и залегающих в сходных усло-

Таблица 5

Содержание гумуса в реградированных черноземах Первухинского свеклосовхоза Харьковской области

Почва	Глубина, см	Число определений	Содержание органического вещества ($M \pm m$), %	$\pm \sigma$	$K, \%$	Запасы гумуса в слое 0—40 см, м/га
Чернозем сильнореградированный тяжелосуглинистый	0—10	67	4,84±0,06	0,51	10	240
	30—40	67	4,75±0,06	0,51	10	
Чернозем слабореградированный тяжелосуглинистый	0—10	66	4,73±0,06	0,49	10	234
	30—40	66	4,73±0,06	0,47	10	
Чернозем слабореградированный слабосмытый	0—10	25	4,62±0,10	0,51	11	288
	30—40	24	4,64±0,11	0,56	12	
Чернозем мощный среднегумусный (структурный) тяжелосуглинистый	0—10	11	5,16±0,08	0,26	5	252
	30—40	11	5,10±0,10	0,32	6	
Темно-серая оподзоленная тяжелосуглинистая	0—10	20	2,89±0,09	0,42	15	151

Таблица 6

Содержание гумуса в реградированном тяжелосуглинистом черноземе

Место отбора почвенных образцов	Глубина, см	Гумус, %	Место отбора почвенных образцов	Глубина, см	Гумус, %
Первухинский свеклосовхоз	0—28	4,95	Колхоз им. Тимирязева	10—20	4,65
Богодуховского р-на	40—50	3,90	Богодуховского р-на	30—40	4,28
Харьковской обл.	60—70	2,54	Харьковской обл.	40—50	2,69
	105—115	1,44		70—80	1,93
	170—180	0,60		130—140	0,46

виях не только меньшей, но и менее однородной гумусированностью. Так, для черноземов реградированных коэффициент варьирования равен 10%, для черноземов мощных — 5—6%. Это является дополнительным свидетельством сложности генезиса реградированных почв и их родства с оподзоленными, в которых варьирование гумусированности более выражено, чем в типичных черноземах.

По содержанию гумуса пахотный слой весьма незначительно отличается от подпахотного. Гумусированность почвы по глубине профиля постепенно уменьшается до 0,6—0,7% в материнской породе (табл. 6). В легкосуглинистых разностях, как правило, гумуса значительно меньше, чем в тяжелосуглинистых.

Нередко в почвообразующей породе на глубине 120—160 см под реградированными черноземами больше гумуса, чем под мощными. Очевидно, это обусловлено особенностями генезиса этих почв. Здесь возможны два объяснения: 1) в процессе оподзоливания мощных черноземов происходит некоторое перераспределение гумуса; 2) в процессе реградации оподзоленных черноземов происходит обогащение гумусом не только верхних горизонтов, но и всего профиля, причем вначале отсутствие карбонатов способствует передвижению органического вещества вглубь. В дальнейшем, когда карбонаты кальция подтягиваются кверху, гумус, очевидно, становится менее подвижным.

В целом по содержанию и составу гумуса черноземы реградированные отличаются от мощных, но основные признаки, характеризующие гумус черноземов, у них проявляются четко. Это большая мощность гумусового горизонта, относительно высокая гумусированность, весьма постепенная убыль гумуса с глубиной при наличии значительного количества его на глубине ниже метра.

При анализе методом Кононовой и Бельчиковой были выявлены существенные различия в составе органического вещества черноземов реградированных и мощных. Так, в черноземе реградированном заметно уже отношение гуминовых кислот к фульвокислотам, меньше растворимых гуминовых кислот и фульвокислот, иной характер распределения фульвокислот по почвенному профилю. В реградированном черноземе как абсолютное, так и относительное количество фульвокислот по профилю несколько выше, чем в мощном. Исключением является пахотный слой почвы. Характер распределения фульвокислот по профилю реградированного чернозема свидетельствует о том, что относительно большая гумусированность глубоких слоев обусловлена наличием в них преимущественно более простых и подвижных компонентов гумуса.

Несмотря на заметные различия в составе гумуса черноземов мощных и реградированных, различия в величине отношения органического углерода к валовому азоту не существенны. Для черноземов реградированных, так же как и для мощных, характерно узкое отношение С : N в материнской породе.

В пахотном слое реградированных черноземов значительно меньше не извлекаемых пирофосфатной вытяжкой гуматов, в нижележащих слоях разница меньше. В оподзоленных черноземах нерастворимых гуматов меньше, чем в реградированных и мощных.

АЗОТ

Основные запасы азота входят в состав органической части почвы, поэтому количество азота в большинстве случаев находится в прямой корреляционной зависимости от содержания органического вещества в почве.

Валового азота содержится в пахотном слое 0,22—0,25%, в подпахотном 0,19—0,22, в переходном 0,16—0,17 и в почвообразующей породе 0,06—0,10%. Количество общего азота, так же как и количество гумуса, уменьшается к низу профиля, однако уменьшение это не строго пропорционально уменьшению органического углерода. В связи с этим отношение С : N с глубиной меняется.

Черноземы реградированные содержат в среднем несколько меньше валового азота, чем мощные, и больше, чем оподзоленные. Содержание валового азота, так же как и гумуса, тесно связано с механическим составом почвы: чем легче почва, тем меньше в ней азота. Так, в среднесуглинистом черноземе азота на 20—30% меньше, чем в тяжелосуглинистом.

Как известно, в обеспечении растений азотной пищей решающая роль принадлежит процессам мобилизации почвенного азота. Непосредственным резервом доступного азота являются легкогидролизуемые соединения гумуса и растительных остатков.

По данным Н. Г. Зырина, М. Ф. Овчинниковой и Д. С. Орлова (1964), 27—37% общего азота, входящего в состав гуминовых кислот, фульвокислот и гумина, представлено гидролизуемым азотом аминокислот; основная же часть азота гумуса находится в устойчивых негидролизуемых (в том числе гетероциклических) соединениях. Причем черноземы в ряду почв дерново-подзолистые — черноземы мощные — сероземы содержат относительно больше устойчивых соединений азота.

Черноземы реградированные по количеству гидролизуемого азота не выделяются среди других черноземов лесостепи. Однако они имеют несколько меньшие, чем черноземы мощные, потенциальные возможности обеспечивать растения минеральным азотом, так как в них меньше не только валового азота, но и легкогидролизуемых и щелочнорастворимых соединений и, кроме того, ниже нитрификационная способность (табл. 7, 8).

Таблица 7

Содержание азота в реградированных черноземах. Богодуховский район Харьковской области

Почва	Место отбора образцов	Глубина, см	Валовой азот, %	Гидролизуемый азот, мг на 100 г почвы
Чернозем сильнореградированный тяжелосуглинистый на лессе	Колхоз им. Тимирязева	10—20	0,22	4,7
		30—40	0,19	4,5
		40—50	0,16	—
		70—80	0,09	—
		130—140	0,06	—
То же	Первухинский свеклосовхоз	10—20	0,25	4,6
		30—40	0,22	4,3
		50—60	0,17	—
		70—80	0,15	—
		130—140	0,10	—
Чернозем слабореградированный среднесуглинистый слабосмытый		0—10	0,18	4,5
		20—30	0,19	4,2

Таблица 8

Содержание подвижных форм азота в пахотном слое почв, мг на 1 кг почвы. Богодуховский район Харьковской области

Почва	Нитратный		Гидролизуемый, по Тюрину и Конновой	Растворимый в 0,2 н. NaOH-вытяжке
	до компостирования	после компостирования		
Чернозем мощный среднегумусный	8,5	25,0	50,6	334
Чернозем реградированный тяжелосуглинистый	5,7	33,5	33,5	266
То же	13,5	29,6	43,1	292
Чернозем выщелоченный легкосуглинистый	4,1	16,5	29,2	272

Количество нитратов в реградированных черноземах под сельскохозяйственными культурами невелико, но подвержено значительным изменениям во времени.

Ниже приводится содержание нитратного азота в сильнореградированном тяжелосуглинистом черноземе (Первухинский сахарный комбинат; в 1964 г. выращивалась сахарная свекла, в 1965 г. — кукуруза):

Сроки отбора образцов	Нитратный азот, мг/кг	Сроки отбора образцов	Нитратный азот, мг/кг
12.V 1964 г.	4,2	13.VIII 1964 г.	2,5
20.VI 1964 г.	4,1	11.V 1965 г.	1,6

Весной, с наступлением теплой погоды при достаточном количестве влаги в почве накапливается значительное количество нитратов; к осени оно постепенно уменьшается. При очень влажной и холодной весне нитратов в почве очень мало (май 1965 г.).

Аммиачный азот, водорастворимый и обменный, в черноземах реградированных содержится в количестве 2,8—3,9 мг на 1 кг почвы.

Таким образом, минерального азота (аммиачного и нитратного) описываемые почвы в естественных условиях содержат 4,4—8,1 мг на 1 кг почвы, т. е. 0,2—0,4 % от общего содержания азота. Рассматриваемые почвы отличаются также относительно невысокой нитрификационной способностью — порядка 30—50 мг на 1 кг почвы.

Таким образом, азотный режим реградированных черноземов не совсем благоприятен для сельскохозяйственных культур и азотные удобрения на этих почвах необходимы.

ФОСФОР

Валовое содержание фосфора в пахотном слое реградированных черноземов колеблется в пределах 0,11—0,19 %, наиболее частое содержание 0,12—0,16 %. Вниз по профилю количество фосфора постепенно убывает, достигая 0,07—0,11 % в почвообразующей породе.

Примерно половина валового фосфора черноземов реградированных представлена органическими формами. В пахотном слое количество органического фосфора, определяемого по методу Карпинского и Замятиной, колеблется в пределах 54—79 мг P_2O_5 на 100 г почвы.

При анализе минеральных форм фосфора по методу Чанга — Джексона (табл. 9) органический фосфор извлекается не полностью, поэтому его значительно меньше, чем по методу Карпинского и Замятиной.

Содержание органического фосфора уменьшается с глубиной параллельно уменьшению валового, причем количество органического фосфора подвержено существенным колебаниям.

Таблица 9

Фракционный состав соединений фосфора в реградированном тяжелосуглинистом черноземе, мг на 100 г почвы. Богодуховский район Харьковской области

	Генетический горизонт	Глубина отбора образца, см	Кальций	Алюминий		Железо		Минеральный фосфор	Органический фосфор	Нерастворившийся остаток	Сумма всех фракций
				первое извлечение	окклюдируемые фториды	первое извлечение	окклюдируемые фториды				
Колхоз им. Тимирязева	Н Нрк	10—20 70—80	25,6 29,8	4,7 4,2	4,1 0,5	3,9 1,2	2,7 2,0	41,0 37,7	41,3 31,7	18,9 17,2	101,2 86,6
Первухинский свеклосовхоз	Н Нрк	10—20 70—80	30,2 21,8	7,4 4,5	3,0 0,8	4,5 4,2	2,0 1,2	47,1 32,5	53,0 45,1	46,7 24,8	146,8 102,4

Среди минеральных форм фосфатов преобладают фосфаты кальция: среднее их количество составляет 28,5 мг, максимальное — 46 мг Р₂O₅ на 100 г почвы. С глубиной их содержание заметно убывает и только в переходном горизонте отмечается некоторое увеличение. Количество фосфатов алюминия в пахотном слое равно 6 мг Р₂O₅ на 100 г почвы и постепенно уменьшается к низу профиля. Фосфаты железа в пахотном слое содержатся в среднем в количестве 7 мг Р₂O₅ на 100 г почвы, к низу профиля их, так же как и фосфатов алюминия, становится меньше. Окклюдируемые фосфаты в реградированных черноземах содержатся в небольшом количестве.

Под влиянием систематического применения удобрений в реградированных черноземах наиболее заметно увеличивается количество активных форм фосфатов, определяемых по методу Чанга — Джексона.

Количество подвижного фосфора (Юрко, 1967а) в реградированных черноземах на различных участках весьма различно — от 9 до 30 мг на 100 г почвы. Так, по нашим данным, в 1962 г. в черноземах реградированных Первухинского свеклосовхоза содержалось в среднем около 18 мг Р₂O₅ (определение по методу Труога), но коэффициент варьирования был равен 37% (табл. 10). Фосфора, определяемого по методу Чирикова (уксуснокислая вытяжка), содержится в среднем 8—10 мг Р₂O₅ на 100 г почвы, фосфатный уровень по Карпинскому — Замятиной колеблется в пределах 0,08—0,50 мг Р₂O₅ на 1 л раствора.

Таблица 10

Содержание подвижного фосфора, определяемого по методу Труога, в главнейших почвах Первухинского свеклосовхоза Харьковской области

Почва	Глубина, см	Число образцов	Р ₂ O ₅ мг на 100 г почвы	± m	± σ	K, %
Чернозем слабореградированный	0—20 30—40	66 64	18,6 19,1	0,86 0,87	7,0 7,0	37 37
Чернозем сильнореградированный	0—20 30—40	65 65	18,2 17,4	0,79 0,79	6,5 6,5	36 37
Чернозем слабореградированный слабосмытый	0—20 30—40	22 24	15,4 15,8	0,66 0,55	3,1 2,7	20 17
Темно-серая лесная оподзоленная тяжелосуглинистая	0—20	16	30,7	1,7	6,8	23

КАЛИЙ

В отличие от содержания азота и фосфора содержание калия в почве почти полностью определяется почвообразующей породой, ее минералогическим и химическим составом. На распределении калия по почвенному профилю биологическая аккумуляция оказывается меньше, чем на распределении азота и фосфора.

Основная часть почвенного калия находится в составе кристаллических решеток почвенных минералов; только 1—2% приходится на обменную форму, еще меньше — на водорастворимую.

В реградированных черноземах валовой калий составляет 1,7—2,0% на абсолютно сухую почву. Количество валового калия больше в нижней части профиля, чем в верхней. По содержанию обменного калия реградированные черноземы Левобережной и Правобережной Украины существенно различаются, что связано с особенностями почвообразующих пород. На левобережье, по нашим данным водорастворимый и обменный калий содержатся в значительном количестве: водорастворимого 0,7—3,0, обменного (метод Масловой) 14,5—43 мг K_2O на 100 г почвы. В подпахотном слое подвижного калия несколько меньше (табл. 11).

По данным А. А. Великого и др. (1967), реградированные черноземы правобережной лесостепи содержат значительно меньше обменного калия, чем аналогичные почвы левобережья — 8,4—13,2 мг на 100 г почвы, поэтому они и более нуждаются в калийных удобрениях.

По нашим данным, обменный калий в черноземах реградированных связан так же прочно, как и в мощных, т. е. более прочно, чем в оподзоленных почвах. Однако значительное количество обменного и водорастворимого калия позволяет отнести описываемые почвы к хорошо обеспеченным этим элементом.

Применение калийных удобрений на фоне азотных и фосфорных повышает урожай сельскохозяйственных культур, но мало оказывается на количестве подвижного калия в почве. Нами установлено, что калийные удобрения более эффективны на более удобренных полях свеклосовхоза, чем на полях колхоза, где внесено меньше удобрений. Химическими анализами также установлено меньшее количество подвижного калия в почвах свеклосовхоза.

В целом реградированные черноземы характеризуются благоприятными свойствами для выращивания основных сельскохозяйственных культур. В ряду главнейших лесостепных почв по агрохимическим свойствам эти черноземы занимают промежуточное положение между черноземами мощными и оподзоленными.

Азотный режим в реградированных черноземах складывается несколько хуже, чем в мощных, поэтому азотные удобрения на них по эффективности

Таблица 11

Содержание обменного калия в реградированных черноземах Первухинского свеклосовхоза
(метод Масловой)

Почва	Глубина, см	Число определений	K_2O , мг на 100 г почвы	$\pm m$	$\pm \sigma$	K, %
Чернозем слабореградированный	0—10	66	20,5	0,64	5,2	25
	30—40	65	19,1	0,47	3,8	20
Чернозем сильнореградированный	0—10	72	20,5	0,62	4,2	21
	30—40	70	20,1	0,40	3,3	16
Чернозем слабореградированный слабосмытый	0—10	23	19,8	0,77	3,7	19
	30—40	21	17,4	0,76	3,5	20

Таблица 12

Эффективность минеральных удобрений на черноземах реградированных («Результаты полевых опытов с удобрениями Государственной агрохимической службы за 1966—1967 гг.», 1969)

Содержание подвижных соединений в почве		Урожай озимой пшеницы, ц/га, на вариантах опытов					
P ₂ O ₅	K ₂ O	без удобрений	N ₃₀ P ₄₀	N ₃₀ K ₄₀	P ₄₀ K ₄₀	N ₃₀ P ₄₀ K ₄₀	N ₆₀ P ₄₀ K ₄₀
Житомирская обл., Бердычевский р-н, колхоз им. Постышева							
8,6	9,1	27,7	34,0	33,2	34,5	37,8	41,8
Черкасская обл., Уманский р-н, колхоз им. Пархоменко							
6,0	9,5	40,0	—	—	43,3	42,8	44,9
Черкасская обл., Христиновский р-н, колхоз им. Дзержинского							
6,0	8,0	33,9	—	—	36,1	39,4	40,1

занимают первое место (Юрко, 1967б). Фосфорный и калийный режим этих почв благоприятны для растений (табл. 12). На реградированных черноземах высокоэффективно применение органических и минеральных удобрений. В химических мелиорациях они не нуждаются.

ЛИТЕРАТУРА

- Великий А. А., Делеменчук М. І., Ільченко В. А., Кучеренко А.П., Шкварук М. М. Грунти Черкаської області. Київ, «Урожай», 1967.
- Вернандер Н. Б. Регенерація і окарбоначування опідзолених ґрунтів УРСР. — Тр. науково-дослідного інституту соціалістичного землеробства, т. IV. Київ — Харків, 1939.
- Вернандер Н. Б., Годдин М. М., Самбур Г. Н., Скорина С. А. Почви УССР. Київ — Харків, Госиздат с.-х. лит-ри УССР, 1951.
- Гринь Г. С. Агрогрунтові райони лісостепової зони лівобережного високого так низовинного Лісостепу. — Зб. «Агрохімія і ґрунтознавство», вип. 12. Київ, «Урожай», 1969.
- Гринь Г. С., Фидель К. Н. Почвенный покров Харьковской области. — Труды ХСХИ, т. XXIV. Харьков, 1960.
- Зырин Н. Г., Овчинникова М. Ф., Орлова Д. С. Аминокислотный состав гуминовых и фульвокислот некоторых типов почв. — Агрохимия, 1964, № 4.
- Королюк С. Ф. Физико-химические и производственные особенности реградированных почв Лесостепи Украины. — Почвоведение, 1939, № 12.
- Результаты полевых опытов с удобрениями Государственной агрохимической службы за 1966—1967 гг. М., МСХ СССР, 1969.
- Скорина С. О. Агрогрунтові райони Лісостепу правобережного та західного. — Зб. «Агрохімія ґрунтознавство», вип. 12. Київ, «Урожай», 1969.
- Тюрин И. В., Конюнова М. М. Биология гумуса и вопросы плодородия почв. Доклады к международной конференции по почвоведению. М., Изд-во АН СССР, 1962.
- Юрко Е. П. Формы соединений фосфора в черноземах реградированных. — В сб. «Пути повышения плодородия почв». Киев, «Урожай», 1967а.
- Юрко Е. П. Эффективность удобрений на черноземах реградированных с различным содержанием фосфора. — В сб. «Агрохимия и почвоведение», вып. 3. Киев, «Урожай», 1967б.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОСНОВНОГО МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ И НАВОЗА ПРИ ВНЕСЕНИИ ПОД ВЕДУЩИЕ КУЛЬТУРЫ В ЛЕСОСТЕПИ

Действие полного минерального удобрения и навоза на урожай ведущих культур в этой зоне мы рассматриваем на основании результатов временных и стационарных полевых опытов. Для сводки были использованы главным образом отчеты научно-исследовательских учреждений за 1957—1969 гг., а также опубликованные материалы. Были обобщены данные Украинского института растениеводства, селекции и генетики (в прошлом Харьковской опытно-селекционной станции), Украинского института земледелия, Института земледелия и животноводства западных районов УССР, Украинского Института овощеводства и картофеля, Института животноводства Лесостепи и Полесья УССР, Украинской сельскохозяйственной академии, Полтавского и Харьковского сельскохозяйственных институтов, опытных станций Белоцерковской, Весело-Подолянской, Винницкой (в том числе бывшей Немерчанской), Драбовской, Полтавской, Ровенской, Сумской, Тернопольской, Уладово-Люленецкой, Хмельницкой, Черкасской, Черниговской (в том числе бывшей Носовской), Черновицкой и Чарторийского опытного поля.

Почвы, на которых проводились опыты, мы делим на три группы: 1) мощные средне- и малогумусные черноземы, в большинстве случаев в разной степени выщелоченные; 2) оподзоленные черноземы и темно-серые лесные оподзоленные почвы; 3) серые и светло-серые лесные оподзоленные почвы.

Годовая сумма осадков в лесостепи составляет 450—600 мм, а на краине западе зоны — до 700 мм. Рост увлажнения в направлении с востока на запад отражается на эффективности удобрений, поэтому мы и выделили в лесостепи также три географические подзоны: 1) восточную — с недостаточным увлажнением (Харьковская и Полтавская области); 2) центральную — с неустойчивым увлажнением (Сумская, Черкасская, Винницкая и Хмельницкая области и южные части Черниговской, Киевской и Житомирской областей) и 3) западную — с достаточным увлажнением (Тернопольская, Черновицкая и частично Ровенская, Волынская и Львовская области).

В сводку включены опыты с основным внесением удобрений в наиболее распространенных и легко доступных для растений формах: амиачной селитры, сернокислого аммония, суперфосфата, 30—40%-ных калийных солей и хлористого калия.

Все полевые опыты проведены с соблюдением основных требований методики. Учетная площадь делянок составляла не менее 100 м²; повторность трех-, четырехкратная. Статистическая достоверность полученных данных высокая или довлетворительная.

В табл. 1 показано действие полного минерального удобрения (на безнавозном фоне) на урожай трех ведущих культур в среднем для всей зоны лесостепи. Дозы действующего начала каждого из трех видов удобрений (т. е. N, P₂O₅ и K₂O) составляли по 30—60 кг/га, что соответствует суммарному количеству стандартных туков от 3,78 до 7,56 ц/га. Для лучшей сравнимости урожаи различных культур переведены в центнеры кормовых единиц.

Таблица 1

Действие полного минерального удобрения на урожай ведущих сельскохозяйственных культур в лесостепи Украины

Культура	Число случаев	Доза стандартных туков, ц/га	В центнерах основной продукции			В центнерах кормовых единиц		
			Урожай на 1 га без удобрений		прибавка урожая	Урожай на 1 га без удобрений		прибавка урожая
			на 1 га	на 1 ц стандартных туков	на 1 га	на 1 ц стандартных туков	на 1 га	на 1 ц стандартных туков
Озимая пшеница	448	5,32	27,5	6,0	1,14	33,0	7,2	1,37
Кукуруза (зерно)	267	5,73	40,2	6,2	1,08	53,9	8,3	1,45
Сахарная свекла	475	6,42	27,9	4,6	7,2	71,7	11,8	1,85

ниц. По величине прибавок основной продукции на 1 га и на 1 ц стандартных туков первое место занимает сахарная свекла, второе — кукуруза и третье — озимая пшеница.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОСНОВНОГО МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ

Озимая пшеница. Опыты по изучению действия минеральных удобрений на урожай озимой пшеницы проводили, как правило, без внесения навоза под эту культуру. Эффективность полного минерального удобрения (при дозах N, P₂O₅, K₂O по 30—60 кг/га) в среднем для всей зоны составляет 6,0 ц/га, или 1,14 ц зерна на каждый центнер стандартных туков (табл. 2).

По отдельным группам почв получены такие прибавки урожая: на мощных черноземах 5,2, на оподзоленных черноземах и темно-серых лесных оподзоленных почвах 7,5, на серых лесных оподзоленных почвах 7,6 ц/га зерна. Следовательно, эффективность полного минерального удобрения возрастает по мере перехода от более богатых гумусом почв к менее богатым.

Из данных табл. 2 также видно, что в пределах отдельных групп почв озимая пшеница приблизительно одинаково реагирует на удобрение независимо от географической подзоны. Неожиданно высокие прибавки получены в восточной подзоне на оподзоленных черноземах. Правда, эти резуль-

Таблица 2

Действие полного минерального удобрения (при дозах действующего начала по 30—60 кг/га) на урожай озимой пшеницы на разных почвах и в разных подзонах лесостепи. Фон — без навоза

Почвы	Подзоны	Число случаев	Доза стандартных туков, ц/га	Урожай без удобрений, ц/га	Прибавка урожая	
					ц/га	ц на 1 ц стандартных туков
Мощные черноземы	Восточная	75	5,56	26,5	4,7	0,86
	Центральная	139	5,19	27,2	5,5	1,09
	Западная	80	4,76	27,9	5,1	1,00
Опоздоленные черноземы и темно-серые оподзоленные	Восточная	6	6,22	30,1	12,6	2,01
	Центральная	59	5,63	26,5	7,4	1,32
	Западная	32	5,86	33,0	6,8	1,23
Серые оподзоленные	Центральная	48	5,40	28,0	7,9	1,51
	Западная	9	4,88	20,1	6,6	1,41
	Средне	448	5,32	27,5	6,0	1,14

Таблица 3

Эффективность полного минерального удобрения при внесении под озимую пшеницу на фоне навоза, ц/га

Почвы	Число случаев	Доза NPK, кг/га	Средняя доза павоза, т/га	Урожай по фонам		Прибавка от NPK по фонам	
				без навоза	с навозом	без навоза	с навозом
Мощные черноземы	2	25—30	15	25,7	36,0	10,1	5,1
Темно-серые лесные оподзоленные	1	45	20	36,7	39,3	13,7	11,6
Серые лесные оподзоленные	2	40	15	19,4	27,0	6,9	1,7

Таблица 4

Действие полного минерального удобрения (дозы действующего начала — 30—60 кг/га) на урожай озимой пшеницы по разным предшественникам на мощных черноземах. Безнавозный фон

Подзона	Предшественники	Число случаев	Доза стандартных туков, ц/га	Урожай без удобрения, ц/га	Прибавка урожая	
					ц/га	ц на 1 ц стандартных туков
Восточная	Непаровые	38	5,53	25,1	5,4	0,99
	Занятые пары	20	5,57	21,0	4,7	0,88
	Чистые пары	17	5,61	36,2	3,0	0,53
Центральная	Непаровые	24	5,09	22,0	7,9	1,53
	Занятые пары	97	5,30	29,3	5,1	1,01
	Многолетние травы	9	4,28	24,3	3,9	0,90
Западная	Чистые пары	9	5,21	21,4	4,9	0,97
	Непаровые	8	4,62	22,1	6,1	1,35
	Занятые пары	26	5,11	27,9	6,5	1,32
	Многолетние травы	46	4,51	29,0	4,1	0,77

таты представлены лишь одной точкой. В целом лучшие условия увлажнения в западной части лесостепи не способствовали увеличению эффективности удобрений по сравнению с центральной и восточной подзонами, где условия увлажнения были менее благоприятны¹. Это можно объяснить двумя причинами: тем, что озимая пшеница лучше, чем другие культуры, использует осадки осенне-зимнего периода, и тем, что в районах с достаточным увлажнением удобренная пшеница полегает чаще, чем в более засушливых местностях.

Эффективность полного минерального удобрения на фоне навоза представлена в табл. 3. Несмотря на незначительное количество опытов, тенденция к снижению эффективности NPK на фоне навоза проявилась довольно отчетливо.

Анализ действия удобрений в связи с предшественниками приведен в табл. 4 лишь для мощных черноземов, так как по этой группе почв есть наибольшее количество данных. К непаровым предшественникам мы относили колосовые культуры, возделываемые на зерно, а также кукурузу на силос. К занятым парам отнесены вико-овсяная смесь на сено и горох на

¹ В отличие от других культур реакция озимой пшеницы на удобрения сравнительно мало меняется и по отдельным зонам Украины (Вышинский и др., 1968).

Таблица 5

Эффективность компонентов полного минерального удобрения (при дозах действующего начала по 30—60 кг/га) при внесении под озимую пшеницу на разных почвах, ц/га.
Безнавозный фон

Почвы	Число опытов	Доза стандартных туков в НРК, ц/га	Урожай без удобрений, ц/га (контроль)	Прибавки урожая от		
				РК*	НРК*	Н**
Мощные черноземы	56	5,12	26,4	2,8	4,8	2,0
Мощные черноземы смытые	2	5,31	21,6	3,6	8,4	4,8
Оподзоленные черноземы и темно-серые лесные оподзоленные	15	5,33	26,3	4,0	7,5	3,5
Серые лесные оподзоленные	9	5,48	27,9	1,5	6,7	5,2
Среднее	—	5,20	26,4	2,9	5,6	2,7

* По отношению к контролю. ** По отношению к РК.

зерно. Многолетние травы (клевер, а в южных и восточных районах лесостепи и эспарцет), как лучшая форма занятых паров, выделены в отдельную группу. В восточной и центральной подзонах лесостепи, кроме того, встречались чистые пары.

Из данных табл. 4 можно видеть, что в пределах каждой из трех географических подзон лесостепи действие удобрений на урожай озимой пшеницы было, как правило, большим по худшим (непаровым) предшественникам и меньшим по лучшим предшественникам, как, например, занятые пары и многолетние бобовые травы. В восточной подзоне наименьшие прибавки от удобрений получены по чистым парам. В центральной лесостепи данный предшественник занял среднее положение. Как известно, чистые пары хорошо обеспечивают растения питательными веществами, и в частности подвижным азотом. Это должно ослаблять эффективность азотных туков. Но, с другой стороны, чистые пары создают для озимых наиболее благоприятный водный режим, что, наоборот, способствует усилинию действия туков. Таким образом, эффективность удобрений по пару, как и по любому другому предшественнику, зависит от сочетания факторов.

Таблица 6

Действие отдельных компонентов полного минерального удобрения (при дозах действующего начала по 30—60 кг/га) на урожай озимой пшеницы на разных почвах.
Безнавозный фон

Почвы	Число сеянцев	Доза стандартных туков в НРК, ц/га	Урожай без удобрений, ц/га (контроль)	Прибавка урожая при внесении						
				НР*	НК*	РК*	НРК*	Н**	Р**	К**
Мощные черноземы	16	5,26	27,5	3,8	3,0	2,7	5,4	2,7	2,4	1,6
Мощные черноземы смытые	2	5,31	21,6	6,0	7,4	3,6	8,4	4,8	1,0	2,4
Оподзоленные черноземы	4	5,04	34,5	4,3	4,1	3,7	8,9	5,2	4,8	3,6
Серые лесные оподзоленные	1	5,04	19,4	5,7	7,4	—0,7	6,9	7,6	—0,5	1,0
Среднее	—	5,22	27,8	4,3	3,8	2,9	6,3	3,4	2,5	2,0

* По отношению к контролю. ** По отношению к фону с парными комбинациями удобрений.

Таблица 7

Действие полного минерального удобрения на урожай зерна кукурузы (по данным опытов, имеющих два фона: без навоза и с навозом)

Почвы и место проведения опытов	Навоз, т/га (фон)	Число случаев	Доза стандартных туков, ц/га	Урожай по фону, ц/га	Прибавка урожая от минеральных удобрений	
					ц/га	ц на 1 ц стандартных туков
Тернопольская опытная станция, 1965—1967 гг.						
Мощные черноземы	—	12	6,00	44,8	7,3	1,32
	30	12	6,00	48,9	5,8	1,07
То же	—	3	7,56	41,8	6,1	0,81
	30	3	7,56	44,9	7,8	1,03
»	—	17	10,19	45,4	11,6	1,14
	30	17	10,19	49,0	9,4	0,85
Полтавский с.-х. институт, 1965—1966 гг.						
Оподзоленные черноземы	—	4	5,67	39,4	7,6	1,33
	20	4	5,67	46,2	3,5	0,62
То же, 1965 г.	—	2	11,34	39,4	11,7	1,04
	40	2	11,34	49,8	3,1	0,27
Хмельницкая опытная станция, 1967—1968 гг.						
Оподзоленный чернозем	—	4	6,76	49,9	9,9	1,48
	20	4	6,76	58,7	8,1	0,81

Важно также выяснить, какие именно из трех компонентов полного минерального удобрения имеют наибольшее значение на почвах разных типов. В табл. 5 представлены результаты 82 опытов, где варианты РК и NPK встречались одновременно. Табл. 6 содержит сводку 23 опытов, поставленных на основе пятерной схемы П. Вагнера.

Из данных таблиц 5 и 6 можно видеть, что прибавки урожая от азота (на фоне РК) закономерно увеличивались в направлении от мощных черноземов к оподзоленным и серым лесным оподзоленным почвам. Высокую эффективность азотные удобрения проявляют также на мощных смытых черноземах.

Эффективность фосфорно-калийных удобрений по сравнению с азотными была более значительной на мощных и оподзоленных черноземах и относительно уменьшалась на смытых черноземах и серых лесных оподзоленных почвах.

Некоторая часть полевых опытов с озимой пшеницей позволяет судить о действии минеральных удобрений на качество урожая. На мощных и оподзоленных черноземах и серых лесных оподзоленных почвах в 75 случаях из 88 полное минеральное удобрение улучшало качество зерна, увеличивая содержание протеина на 0,1—2,8%. Правда, в большинстве опытов это увеличение не превышало 1%. В 11 случаях наблюдалось несущественное снижение содержания протеина или клейковины в зерне удобренной озимой пшеницы.

Кукуруза на зерно. Действие минеральных удобрений на урожай кукурузы при разных дозах, а также в связи с внесением навоза показано в табл. 7. За исключением трех опытов Тернопольской станции, во всех остальных случаях эффективность NPK на фоне навоза была ниже, чем по безнавозному фону.

Нужно отметить, что на обоих этих фонах увеличение доз полного минерального удобрения (в пределах одного места проведения опытов) почти всегда сопровождалось снижением его относительного эффекта (в центнерах зерна на 1 ц стандартных туков).

Таблица 8

Действие полного минерального удобрения (при дозах действующего начала по 30—60 кг/га) на урожай зерна кукурузы. Безнавозный фон

Почвы	Подзоны	Число слу- чаев	Доза стан- дартических ту- ков, т/га	Урожай бз удобрений, кг/га (кон- троль)	Прибавка урожая	
					ц/га	ц на 1 ц стандарт- ных туков
Мощные черноземы	Восточная	75	5,15	30,4	3,8	0,74
	Центральная	64	5,93	43,5	6,0	1,04
	Западная	42	6,09	44,9	9,1	1,54
Оподзоленные черноземы и темно-серые лесные оподзоленные	Восточная	5	5,67	38,8	7,2	1,27
	Центральная	27	5,78	44,7	5,9	0,97
	Западная	8	6,52	31,9	8,2	1,28
Серые лесные оподзолен- ные	Центральная	46	5,89	45,9	7,3	1,29
	Среднее	—	5,73	40,2	6,2	1,08

Результаты наибольшей группы из 267 опытов с кукурузой, проведенных при умеренных дозах действующего вещества и на безнавозном фоне, показаны в табл. 8. Как на мощных, так и на оподзоленных черноземах и темно-серых лесных оподзоленных почвах действие минеральных удобрений на урожай кукурузы в значительной мере зависело от географической подзоны: прибавки урожая возрастили в направлении с востока на запад лесостепи, т. е. с увеличением увлажнения (исключение составляют только пять опытов в восточной подзоне на оподзоленных черноземах). Аналогичная картина наблюдалась и в группе опытов, проведенных при дозах действующего вещества, равных 60—120 кг/га (их результаты мы не приводим).

Средняя для разных географических подзон прибавка урожая зерна кукурузы (табл. 8) увеличивалась по мере перехода от мощных черноземов к оподзоленным черноземам и серым лесным оподзоленным почвам.

Из данных табл. 9 видно, в большинстве случаев действие удобрений на кукурузу было сильнее при размещении ее не по стерне колосовых, а после пропашных предшественников (кукуруза, картофель и сахарная свекла). Как известно, эти интенсивные культуры больше истощают почву, чем колосовые хлеба (так называемые стерневые предшественники). Исключение составляют лишь сравнительно немногочисленные опыты на оподзоленных черноземах и серых лесных оподзоленных почвах (при дозах действующего начала под кукурузу по 30—60 кг/га), в которых прибавки урожая зерна от удобрений были несколько выше по стерневым предшественникам.

Сравнение эффективности действия удобрений на кукурузу в связи с предшественниками, сделанное в табл. 9 (как и аналогичное сравнение по озимой пшенице в табл. 4), имеет существенный методический недостаток: разные предшественники рассматриваются в разных опытах. К сожалению, опытов, где бы действие удобрений на определенную культуру изучалось одновременно по нескольким предшественникам, почти нет. Принимая во внимание сведения в табл. 9 результаты разобщенных, но многочисленных опытов, можно отметить, что кукуруза, идущая в севообороте после пропашных культур, нуждается в удобрениях не меньше, а во многих случаях даже больше, чем идущая по стерневым предшественникам.

Таблица 10 дает представление о действии отдельных компонентов полного минерального удобрения на урожай кукурузы. По неуваженному фону на мощных оподзоленных черноземах и темно-серых лесных оподзоленных почвах, т. е. в преобладающем большинстве случаев, полное минеральное удобрение было эффективнее любых парных комбинаций. На серых лесных оподзоленных почвах действие NPK было таким же, как и действие парных комбинаций, содержащих азот (NP и NK).

Таблица 9

Действие полного минерального удобрения на урожай зерна кукурузы по разным предшественникам. Безнавозный фон

Почвы	Предшественники	Число слу- чаев	Доза ста- ртальных ту- ков, ц/га	Урожай без удобрений, ц/га	Прибавка урожая	
					ц/га	ц на 1 ц стандартных туков
При дозах действующего начала по 30—60 кг/га						
Мощные черноземы	Стерневые	130	5,57	37,7	5,4	0,97
	Пропашные	51	5,83	40,4	6,9	1,19
Оподзоленные черноземы и темно-серые лесные оподзоленные	Стерневые	27	5,85	42,9	6,8	1,14
	Пропашные	13	6,36	38,5	6,0	0,93
Серые лесные оподзоленные	Стерневые	37	5,93	47,6	7,5	1,33
	Пропашные	9	5,70	39,2	6,3	1,12
При дозах действующего начала по 60—120 кг/га						
Мощные черноземы	Стерневые	47	9,82	43,3	7,8	0,80
	Пропашные	78	10,03	45,2	9,4	1,03
Оподзоленные черноземы и темно-серые лесные оподзоленные	Стерневые	41	9,57	48,9	6,8	0,72
	Пропашные	21	10,43	35,5	7,5	0,74

Таблица 10

Действие отдельных компонентов полного минерального удобрения (при дозах действующего начала по 30—60 кг/га) на урожай зерна кукурузы

Почвы	Число слу- чаев	Доза ста- ртальных ту- ков с НРК, ц/га	Урожай без удобрений, ц/га (конт- роль)	Прибавка урожая при внесении						
				NP*	NK*	PK*	NPK*	N**	P**	K**
Фон — без навоза										
Мощные черноземы	31	6,51	39,9	5,8	5,7	3,0	7,2	4,2	1,5	1,4
Оподзоленные чер- ноземы и темно- серые лесные опод- золенные	16	7,21	44,3	6,7	6,5	2,2	8,2	6,0	1,7	1,5
Серые лесные опод- золенные	10	6,44	47,5	8,0	7,8	3,3	7,8	4,5	0,0	-0,2
Мощные черноземы (2—3-летняя бес- сменная кукуруза)	4	7,56	35,2	2,3	6,0	-3,2	6,3	9,5	0,3	4,0
Среднее	57***	6,69	42,5	6,4	6,3	2,8	7,5	4,7	1,2	1,1
По навозному фону										
Мощные черноземы	13	7,10	47,2	8,4	7,2	6,6	8,8	2,2	1,6	0,4
Оподзоленные чер- ноземы и темно- серые лесные опод- золенные	3	7,56	42,3	3,3	5,2	3,5	6,2	2,7	1,0	2,9
Среднее	—	7,18	46,3	7,4	6,8	5,8	8,3	2,5	1,5	0,9

* По отношению к контролю. ** По отношению к фону с парными комбинациями удобрений.

*** Сюда не включены опыты с бессменной кукурузой.

Таблица 11

Действие полного минерального удобрения на урожай сахарной свеклы

Фон	Число случаев	Доза стандартных туков, ц/га	Урожай по фону, ц/га	Прибавка урожая от NPK	
				ц/га	ц на 1 ц стандартн. туков
При дозах действующего начала по 30—60 кг/га					
Без навоза	21	6,80	298	54	7,9
Навоз 20—30 т/га	21	6,80	350	48	7,2
При дозах действующего начала по 60—120 кг/га					
Без навоза	68	8,06	300	63	7,1
Навоз 20—30 т/га	68	8,06	350	54	5,4

Последние три графы табл. 10 наглядно показывают, что на всех почвах на безнавозном фоне кукуруза больше всего нуждалась в азоте. Потребность же в фосфоре и калии была сравнительно небольшой и одинаковой, а на серых лесных оподзоленных почвах она вообще не проявилась.

Представляют интерес четыре опыта с бессменной кукурузой. Двух-, трехлетняя ее культура относительно повысила потребность растений в азоте и калии и снизила — в фосфоре.

По фону 20—30 т/га навоза потребность кукурузы в отдельных элементах питания изучалась только в 16 опытах. Не сравнивая их результаты с только что разобранными данными, можно, однако, отметить, что и по фону навоза в первом минимуме остается азот. Поэтому, внося навоз под кукурузу, его целесообразно дополнять в первую очередь минеральным азотом.

На качество зерна кукурузы (содержание протеина и жира) полное минеральное удобрение не оказывало закономерного влияния.

Сахарная свекла. Предшественником сахарной свеклы почти во всех опытах была озимая пшеница. Из данных табл. 11 видно, что свекла сильно реагирует на полное минеральное удобрение как без навоза, так и на унавоженном фоне. Только в последнем случае прибавки урожаев несколько снижаются. Следовательно, сахарную свеклу, как и кукурузу, можно одновременно удобрять органическими и минеральными удобрениями.

В табл. 12 показано действие полного минерального удобрения в связи с типами почв и географическими подзонами (по безнавозному фону). Как и в опытах с кукурузой, влияние минеральных туков на сахарную свеклу в пределах почв любой группы закономерно усиливается в направлении с востока на запад (исключение составляют семь опытов на серых лесных оподзоленных почвах при дозах действующего начала 60—120 кг/га). Аналогичное явление наблюдалось и в опытах со свеклой на фоне навоза.

В среднем для разных географических подзон прибавки урожаев были ниже на мощных черноземах и выше на оподзоленных черноземах и темно-серых лесных оподзоленных почвах. Несколько незакономерным (табл. 12) кажется, что на серых лесных оподзоленных почвах эффективность удобрений была меньше, чем на оподзоленных черноземах и темно-серых лесных оподзоленных почвах. По другим данным (даже на фоне навоза, табл. 13), потребность свеклы в удобрениях на серых лесных оподзоленных почвах проявилась гораздо острее, чем на всех видах черноземов, и на темно-серых оподзоленных почвах.

Из таблиц 12 и 13 также видно, что оплата каждой весовой единицы минеральных туков дополнительным урожаем свеклы изменялась обычно в соответствии с абсолютными прибавками урожаев.

Таблица 12

Действие полного минерального удобрения на урожай сахарной свеклы на разных почвах и в разных подзонах лесостепи

Почвы	Подзоны	Число случаев	Доза стандартных туков, ц/га	Урожай без удобрения, ц/га	Прибавка	
					ц/га	на 1 ц туков, ц
При дозах действующего начала по 30—60 кг/га						
Мощные черноземы	Восточная	135	6,43	294	31	5,0
	Центральная	208	6,27	268	47	7,5
	Западная	23	7,25	353	57	8,5
	Среднее	—	6,39	283	42	6,6
Оподзоленные черноземы и темно-серые лесные оподзоленные	Центральная	45	6,54	278	67	10,0
	Западная	13	6,39	292	74	11,8
	Среднее	—	6,50	281	68	10,4
Серые лесные оподзоленные	Центральная	46	6,56	245	50	7,7
	Западная	5	6,47	282	53	8,6
	Среднее	—	6,55	249	50	7,8
	Среднее по всем опытам	—	6,42	279	46	7,2
При дозах действующего начала по 60—120 кг/га						
Мощные черноземы	Восточная	108	12,37	279	50	4,4
	Центральная	187	9,2	269	58	6,5
	Западная	28	10,35	322	72	7,2
	Среднее	—	10,36	277	57	5,9
Оподзоленные черноземы	Центральная	76	10,57	317	70	7,0
	Западная	9	9,84	297	82	8,2
	Среднее	—	10,50	315	71	7,2
Серые лесные оподзоленные	Центральная	42	10,12	239	58	5,7
	Западная	7	9,41	323	38	3,9
	Среднее	—	10,02	251	55	5,4
	Среднее по всем опытам	—	10,35	281	59	6,3

Таблица 13

Действие полного минерального удобрения на урожай сахарной свеклы на разных почвах. Фон — 10—30 т/га навоза

Почвы	Число случаев	Доза стандартных туков, ц/га	Урожай без минеральных удобрений, ц/га	Прибавки урожая	
				ц/га	на 1 ц стандартных туков
При дозах действующего начала на 30—60 кг/га					
Мощные черноземы	108	6,08	324	33	5,4
Оподзоленные черноземы и темно-серые лесные оподзоленные	12	6,46	290	28	4,5
Серые лесные оподзоленные	19	6,10	286	60	10,3
Среднее	—	6,12	316	36	6,0
При дозах действующего начала на 60—120 кг/га					
Мощные черноземы	125	9,72	336	47	4,8
Оподзоленные черноземы и темно-серые лесные оподзоленные	37	10,44	336	59	5,7
Серые лесные оподзоленные	24	11,70	272	72	6,2
Среднее	—	10,11	328	53	5,1

Таблица 14

Действие минеральных удобрений (при дозах действующего начала по 30—60 кг/га) на урожай сахарной свеклы, ц/га

Почвы	Число слу- чаяев	Доза стан- дартных ту- ков, ц/га	Урожай без удобрений (контроль)	Прибавка урожая при внесении						
				NP*	NK*	PK*	NPK*	N**	P**	K**
Фон — без навоза										
Мощные черноземы	71	7,13	260	36	22	32	47	15	25	11
Опоздленные черноземы и темно-серые лесные оподзоленные	14	6,75	238	70	42	45	78	33	36	8
Серые лесные оподзоленные	6	7,56	260	36	35	16	58	42	23	22
По фону 20—25 т/га навоза										
Мощные черноземы	16	7,56	346	28	28	20	49	29	21	21
Опоздленные черноземы и темно-серые лесные оподзоленные	6	7,38	330	44	36	21	54	33	18	10
Серые лесные оподзоленные	8	7,03	288	62	60	12	67	55	7	—5

* По отношению к контролю. ** По отношению к фону с парными комбинациями удобрений.

Действие отдельных компонентов минерального удобрения на урожай сахарной свеклы показано в табл. 14. Во всех случаях полное удобрение действовало сильнее, чем любые парные комбинации.

На мощных черноземах сахарная свекла, посаженная на безнавозном фоне, больше всего нуждалась в фосфорных удобрениях. На оподзоленных черноземах и темно-серых лесных оподзоленных почвах приблизительно одинаковой была потребность растений в азоте и фосфоре. На серых лесных оподзоленных почвах на первом месте находится потребность в азоте.

В литературе уже встречались указания, что на фоне навоза сахарная свекла нуждается в первую очередь в дополнительном внесении минерального азота (Свекловодство, 1941). Результаты опытов последних лет на различных почвах вполне подтвердили эту закономерность.

Если в табл. 14 сведены результаты всех опытов, поставленных по схеме Вагнера, то в табл. 15 включены только те из них, где одновременно присутствовали оба фона (безнавозный и унавоженный). Данные обеих таблиц свидетельствуют о том, что потребность в азоте и калии (по сравнению с потребностью в фосфоре) на фоне навоза.

Таблица 15

Действие минеральных удобрений (при дозах действующего начала по 30—60 кг/га) на урожай сахарной свеклы, ц/га. Среднее из 12 опытов на мощных черноземах

Фон	Доза стан- дарт- ных ту- ков, ц/га	Урожай без удоб- рений (контроль)	Прибавка урожая при внесении						
			NP*	NK*	PK*	NPK*	N**	P**	K**
Безнавоза	7,56	302	47	33	37	61	24	28	14
Навоз 20—30 т/га	7,56	348	29	29	24	51	26	22	22

* По отношению к контролю. ** По отношению к фону с парными комбинациями удобрений.

Из 323 случаев применения полного минерального удобрения под сахарную свеклу в зоне лесостепи в 146 случаях сахаристость корней повышалась на 0,1—2,3%, а в 158 случаях — снижалась на 0,1—2,5%. При этом более высокие дозы NPK (по 60—120 кг/га действующего начала) чаще снижали сахаристость, чем умеренные (по 30—60 кг/га). В остальных 19 опытах удобрения не оказали никакого влияния на этот показатель.

Сбор сахара с 1 га во всех случаях при внесении туков возрастал, в первую очередь благодаря значительному увеличению урожайности. Выявить какую-либо закономерность в действии удобрений на сахаристость корней свеклы в зависимости от типа почв или географических подзон не удалось.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ НАВОЗНОГО УДОБРЕНИЯ

В табл. 16 показано прямое действие навоза на урожай культур на фоне без минеральных удобрений. В левой половине таблицы обобщены результаты опытов, в которых применяли лишь одну, наиболее распространенную дозу навоза — 20 т/га. Сводка, помещенная в правой половине той же таблицы, включает гораздо большее количество данных, так как охватывает опыты с дозами навоза от 10 до 40 т/га. Сюда вошли и все опыты первой сводки. Средние дозы органического удобрения в правой половине таблицы близки к 20 т/га. Может быть, поэтому и прибавки урожая в обеих сводках мало различаются между собой. Обратим основное внимание на правую, строже выдержанную в методическом отношении.

Выше было отмечено, что эффективность полного минерального удобрения в лесостепи Украины обычно возрастает в направлении от мощных черноземов к серым лесным оподзоленным почвам, т. е. по мере перевода от почв более богатых гумусом к менее богатым. В отношении навоза данная закономерность повторяется только для озимой пшеницы, да и то в гораздо менее резкой форме. В опытах с кукурузой — это лишь едва заметная тенденция, а по картофелю и сахарной свекле нет даже и ее. На серых лесных оподзоленных почвах прибавки урожая свеклы от навоза даже меньше, чем на черноземах. К сожалению, они были получены только в опытах б. Немерчанской и Винницкой станций в 1935—1948 и 1960—1964 гг. (Живилко, 1963). Более широкий охват опытами этих почв покажет, является ли отмеченное явление закономерным.

Значительные различия в характере действия минеральных туков и навоза в связи с типами почв, возможно, объясняются менее резким, более постепенным проявлением удобрительных свойств последнего. Несмотря на это, прямое действие навоза на урожай ведущих культур на всех почвах лесостепи является достаточным для того, чтобы подтвердить высокую универсальность этого удобрения.

По действию навоза на качество урожая мы располагаем ограниченными данными. В среднем из 32 случаев на мощных черноземах навоз в дозе 17,5 т/га повысил содержание белка в зерне пшеницы на 0,2%, при содержании его на контроле 11,6%. На оподзоленных черноземах навоз несколько (на 0,12%) снизил содержание белка в пшенице, правда, по данным только четырех опытов. Такие незначительные отклонения находятся, по-видимому, в пределах точности анализа.

Навоз в дозе 21,5 т/га в среднем из 37 случаев снизил сахаристость свеклы на мощных черноземах на 0,2%, при сахаристости на контроле 18,5%. В других совокупностях опытов (25 на оподзоленных черноземах и 8 на серых лесных оподзоленных почвах) навоз не изменил сахаристости свеклы по сравнению с контролем. В среднем из 9 опытов на мощных черноземах навоз не оказал влияния на содержание крахмала в картофеле. Таким образом, в большинстве случаев навоз не проявил положительного действия на качество урожая.

Выше (табл. 3, 7 и 11) мы видели, что эффективность минеральных туков на фоне навоза, как правило, снижается. Эффективность навоза на фоне

Таблица 16

Действие навоза на урожай ведущих сельскохозяйственных культур в лесостепи Украины
(контроль — без минеральных удобрений)

Почвы	Число случаев	Урожай на конт- роле, ц/га	Прибавка от 20 т/га навоза		Число случаев	Средняя доза навоза, т/га	Урожай на конт- роле, ц/га	Прибавка	
			ц/га	ц на 1 т навоза				ц/га	ц на 1 т навоза
Озимая пшеница									
Мощные черноземы	72	25,6	3,4	0,17	141	20,0	27,0	3,7	0,16
Оподзоленные черноземы и темно-серые лесные оподзоленные	38	24,0	4,4	0,22	49	19,6	25,9	3,9	0,20
Серые лесные оподзоленные	14	25,3	4,6	0,23	35	17,9	25,3	4,0	0,22
В среднем по всем почвам	124	25,1	3,8	0,19	225	19,6	26,5	3,8	0,19
Кукуруза									
Мощные черноземы	21	38,8	6,3	0,32	47	21,1	40,1	5,3	0,25
Оподзоленные черноземы и темно-серые лесные оподзоленные	15	39,8	7,0	0,35	38	22,9	38,8	8,2	0,36
Серые лесные оподзоленные	10	43,5	6,8	0,34	14	17,1	42,9	6,4	0,37
В среднем по всем почвам	46	40,1	6,7	0,34	99	21,2	40,0	6,6	0,31
Сахарная свекла									
Мощные черноземы	18	290	48	2,40	40	21,1	295	44	2,09
Оподзоленные черноземы и темно-серые лесные оподзоленные	19	357	51	2,55	44	15,2	321	38	2,50
Серые лесные оподзоленные	23	282	29	1,45	25	20,4	278	29	1,42
В среднем по всем почвам	60	308	42	2,10	109	18,6	302	38	2,04
Картофель									
Мощные черноземы	5	148	37	1,85	17	32,4	152	49	1,51
Оподзоленные черноземы и темно-серые лесные оподзоленные	20	180	34	1,70	33	22,3	177	39	1,75
В среднем по всем почвам	25	174	35	1,75	50	25,7	169	42	1,63

полного минерального удобрения также падает. Например, первые две строчки табл. 7 позволяют установить, что урожай зерна кукурузы в среднем из 12 опытов Тернопольской станции составлял без удобрений 44,8 ц/га, а при внесении NPK — 52,1. Прибавка же урожая от 30 т/га навоза составляла на первом фоне 4,1 ц/га, а на втором — только 2,6. Аналогичные расчеты (и с такими же результатами) можно сделать и на основании других опытов, сведенных в трех упомянутых таблицах.

Объяснение отмеченного явления можно найти в работах Б. Н. Рожественского (1941, 1958). Ему удалось показать, что действие двух совместно применяемых агроприемов взаимно ослабляется, если они воздействуют на рост растений и урожай посредством одних и тех же факторов. Так, например, минеральные удобрения и навоз действуют главным образом содержащимся в них азотом, фосфором и калием. Косвенное же влияние органи-

ческого вещества навоза на урожай на большинстве почв в лесостепи, очевидно, не проявляется или проявляется в слабой степени. Следовательно, навоз и минеральные удобрения в лесостепи можно применять в севообороте под разные культуры.

Пользуясь данными табл. 3, 7 и 11, легко подсчитать, что при умеренных дозах удобрений, которые применялись в обобщенных здесь опытах, наиболее высокий уровень урожая удается достигнуть при совместном внесении навоза и минеральных туков, хотя это и сопровождается некоторым снижением эффективности обоих компонентов. Так, в среднем из 12 опытов Тернопольской станции (см. табл. 7) урожай зерна кукурузы без удобрений составлял 44,8 ц/га, при внесении навоза — 48,9, полного минерального удобрения — 52,1 и, наконец, навоза и NPK одновременно — 54,7 ц/га.

Применение в севообороте как органических, так и минеральных удобрений обязательно и по соображениям простого хозяйственного расчета: при любом уровне снабжения минеральными туками каждое хозяйство должно использовать прежде всего местные ресурсы удобрений.

Из всего изложенного можно сделать следующие выводы.

1. При внесении полного минерального удобрения под ведущие культуры в лесостепи Украины наибольшие прибавки урожая основной продукции (в кормовых единицах) дает сахарная свекла, на втором месте стоит кукуруза и на третьем — озимая пшеница.

2. Эффективность удобрения названных культур увеличивается по мере перехода от более богатых гумусом почв к менее богатым в такой последовательности: а) мощные черноземы; б) оподзоленные черноземы и темно-серые лесные оподзоленные почвы; в) серые лесные оподзоленные почвы.

3. В пределах почв одного типа действие удобрений на урожай кукурузы и сахарной свеклы усиливается в направлении с востока на запад зоны лесостепи, в соответствии с увеличением количества осадков. Эта закономерность не проявляется в опытах с озимой пшеницей, что можно объяснить физиологическими особенностями данной культуры.

4. Действие минеральных удобрений на урожай озимой пшеницы усиливается по мере перехода от лучших предшественников к худшим в таком порядке: а) пары чистые и занятые многолетними бобовыми травами; б) пары, занятые однолетними культурами (вико-овес на сено, горох на зерно); в) непаровые предшественники.

Эффективность удобрений, вносимых под кукурузу, бывает обычно большей при размещении ее после пропашных (по сравнению со стерневыми предшественниками).

5. На фоне навоза эффективность полного минерального удобрения несколько снижается. На унавоженном фоне кукуруза и сахарная свекла относительно больше нуждаются в азотных и меньше — в фосфорно-калийных токах.

6. Повышение доз минеральных удобрений с 30—60 до 60—120 кг/га при внесении под кукурузу и сахарную свеклу сопровождается значительным увеличением абсолютных и некоторым уменьшением относительных (центнеры на 1 ц стандартных туков) прибавок урожая. Несмотря на последнее обстоятельство, при достаточном количестве минеральных туков увеличение их доз под пропашные культуры может быть целесообразным.

7. В лесостепи Украины навозное удобрение оказывает сильное прямое действие на урожай ведущих культур (озимая пшеница, кукуруза, сахарная свекла, картофель) на почвах, весьма различных по плодородию (мощные и оподзоленные черноземы, темно-серые и серые лесные оподзоленные почвы).

8. Эффективность навоза обычно снижается на фоне полного минерального удобрения. Это объясняется, по-видимому, тем, что в условиях лесостепи навоз действует на рост и урожай растений главным образом содержащимися в нем азотом, фосфором и калием, т. е. теми же элементами, что и минеральные туки. Поэтому навоз и минеральные туки с успехом можно при-

менять в севооборотах не только под одну и ту же культуру, но и под разные, в разных полях.

9. При умеренных дозах органических и минеральных удобрений наиболее высокий урожай удается получать при сочетании навоза и минеральных туков, хотя это и сопровождается некоторым снижением эффективности обоих компонентов.

ЛИТЕРАТУРА

- Вышинский А. М., Артощенко О. Ф., Лазурский А. В., Лебединская В. Н., Плишко А. А. Значение полного минерального удобрения в различных почвенно-климатических зонах УССР. — Вестник с.-х. науки, 1968, № 4.
- Живилко В. А. Основные результаты опытов по применению удобрений на серых оподзоленных почвах. — В кн. «75 лет Винницкой (бывшей Немерчанской) государственной с.-х. опытной станции. Научные труды», т. 2. Киев, Сельхозиздат УССР, 1963.
- Лазурский А. В., Лебединская В. Н. Эффективность основного минерального удобрения при внесении под ведущие культуры в лесостепи Украины. — Агрохимия, 1967, № 6.
- Рожественский Б. Н. Общие закономерности в комплексном действии факторов. — Опытная агрономия, 1941, № 1.
- Рожественский Б. Н. Комплексное (совместное) действие агроприемов для получения высоких урожаев. — В кн. «Методика опытно-исследовательского дела по полеводству». Киев, Сельхозиздат УССР, 1958.
- Свекловодство. Под ред. П. М. Лепа. М., Сельхозгиз, 1941.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ УДОБРЕНИЙ ПРИ ОРОШЕНИИ

Среди условий, определяющих действенность удобрений, важное место принадлежит обеспечению растений достаточным количеством влаги. На Украине количество осадков увеличивается с востока на запад; в этом же направлении возрастает и эффективность удобрений (Дмитренко и др., 1965; Лазурский, Лебединская, 1967).

Лесостепь Украинской ССР с полным основанием можно отнести к зоне неустойчивого и недостаточного увлажнения. По многолетним данным, в среднем за год здесь выпадает 421—600 мм осадков, с колебаниями по годам от 213 до 677 мм (Гуревич, 1962; Таарико, 1970), в восточных районах примерно каждый пятый год является засушливым (Гуревич, 1962).

Определяющее влияние на урожай сельскохозяйственных культур оказывают осадки в вегетационный период, количество которых в зоне составляет около 60 % от суммы за год. Неравномерное их распределение в течение этого периода почти ежегодно приводит к значительному недобору урожая то ранних, то поздних культур.

Как действуют различные виды минеральных удобрений в годы с различным количеством осадков, видно из обобщенных данных, приведенных в табл. 1. Они свидетельствуют о том, что с улучшением условий увлажнения, особенно в критические периоды роста и развития культурных растений, эффективность удобрений резко возрастает. Такая же закономерность наблюдалась и в опытах с сахарной свеклой, ячменем и озимой пшеницей на Граковском опытном поле НИУИФ, расположенном недалеко от Харькова (Гуревич, 1962).

Опытами установлено, что в лесостепи увеличение доз удобрений свыше 3,5—4 ц стандартных туков на гектар при недостатке влаги в почве оказывается бесполезным (Пшебельский и др., 1970; Дидаченко, 1970).

В лесостепи УССР опыты с орошением впервые были поставлены Харьковской селекционной опытной станцией в 1936—1938 гг. с сахарной свеклой.

Таблица 1

**Влияние удобрений на урожай корней сахарной свеклы в зависимости от осадков, ц/га
(Драбовская опытная станция, Дидаченко, 1967)**

Годы	Осадки, мм		Контроль	Прибавка от удобрений						
	сентябрь—август	май—август		P	PK	NPK*	N ₂ PK	NPK ₂	NP ₂ K ₂	N ₂ P ₂ K ₂
1953, 1955, 1958, 1961	515—607	189—344	256	42	70	75	77	92	94	88
1952, 1956, 1960	415—455	185—279	236	27	29	40	33	65	73	57
1951, 1954, 1957, 1961, 1963	293—387	104—226	154	8	23	31	31	21	37	26

* Одинарная доза минеральных удобрений, внесенных под свеклу ($N_{60}P_{60}K_{60}$), составляла около $\frac{1}{4}$ части всех удобрений за ротацию (10 лет) севооборота.

Таблица 2

Эффективность орошения на фоне различного количества удобрений (б. Харьковская селекционная станция)

Вариант, год	Урожай свеклы, ц/га, при оросительных нормах, м ³ /га			Прибавка, ц/га, при оросительных нормах, м ³ /га	
	0	500	1000	500	1000
N ₁₃₅ P ₁₉₀ K ₁₆₀ , 1938	261	264	304	30	43
Навоз 20 т/га + N ₃₂ P ₃₂ K ₂₄₀ , 1936	320	356	419	37	99
Навоз 60 т/га + N ₅₀₀ P ₃₃₀ K ₅₇₀ , 1937	405	462	529	57	124
В среднем за 3 года	329	361	418	32	89

лой, а затем, уже в 1953—1971 гг., Граковским опытным полем НИУИФ (Харьковская область) с сахарной свеклой, кукурузой, озимой пшеницей, ячменем и другими культурами. В 1965—1968 гг. опыты с орошением сахарной свеклы были проведены на Драбовской опытной станции полеводства УНИИЗ (западная часть левобережной лесостепи УССР), а в 1965—1969 гг. — с орошением кукурузы и кормовой свеклы в совхозе «Бортнич» Бориспольского района Киевской области.

На мощных среднегумусных черноземах Харьковской селекционной станции (Глянцев, 1949) в среднем за три года (1936—1938 гг.) урожай корней сахарной свеклы под влиянием полива нормой 1000 м³/га (в четыре приема) увеличился с 329 до 418 ц/га, а при поливной норме в 3000 м³/га в среднем за два года (1937—1938 гг.) до 530 ц/га. В этих опытах, несмотря на разницу погодных условий по годам, проявилась четкая связь между эффективностью орошения и количеством внесенных в почву удобрений. Чем больше их было внесено при данной поливной норме, тем выше был урожай. Так, при поливной норме 1000 м³/га прибавки урожая были намного выше, чем при норме 500 м³/га (табл. 2).

За счет одного лишь орошения на мощном черноземе Граковского опытного поля в среднем за 16 лет (1953—1955, 1957—1966, 1969—1971 гг.) прирост урожая корней сахарной свеклы составил 91 ц/га (36 %), в то время как на удобренном фоне (N_{45—75} P_{45—75} K_{45—75}) он был равен 122 ц/га (41 %). Орошение усиливало положительное действие удобрений: если на Богаре от NPK урожай корней увеличился на 49 ц/га, то при орошении — на 80 ц/га. Суммарный эффект от орошения и удобрений за все эти годы составил 171 ц/га (68 %). В данном случае эффект от орошения был выше, чем эффект от удобрений, независимо от естественной влажности.

Среднегодовая оросительная норма под сахарную свеклу за все годы проведения этих опытов (16 лет) составила 213,5 мм, с колебаниями по годам от 80 до 450 мм. В зависимости от естественного увлажнения за сезон давали два — четыре полива (как правило, в июле и августе, иногда также в июне и сентябре), со средней поливной нормой 55—75 мм. Поливы проводили главным образом дождеванием.

Подобная закономерность влияния орошения и удобрений на урожай корней сахарной свеклы наблюдалась и в опыте на Драбовской опытной станции Украинского НИИ земледелия; схемой этого опыта предусматривалось изучение отзывчивости свеклы на разные виды и дозы минеральных удобрений при орошении, а также взаимодействия орошения и удобрений и влияния этих двух факторов на агрохимические показатели почвы и качество урожая. Почва опытного участка — чернозем мощный малогумусный (содержание гумуса в пахотном слое 4,2—4,9 %, рН солевой 6,3—6,5).

Таблица 3

Урожай корней сахарной свеклы, ц/га, в зависимости от условий питания и увлажнения
(Драбовская опытная станция, среднее за 1965—1968 гг.)

Вариант опыта	Без орошения		При орошении		Прирост урожая от орошения	Сахаристость, %	
	урожай	прирост от удобрений	урожай	прирост от удобрений		без орошения	при орошении
Контроль	383	—	432	—	49	18,3	18,4
N ₉₀ P ₉₀	409	26	462	30	53	18,6	18,3
N ₉₀ K ₉₀	402	19	483	51	81	18,4	18,1
P ₉₀ K ₉₀	418	35	486	54	68	19,3	18,5
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	443	60	507	75	64	18,8	18,3
N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	450	67	539	107	89	18,3	17,8

Полив сахарной свеклы проводили дождеванием дважды за вегетационный период — при влажности в метровом слое почвы 60—70% и при влажности 50—60% полевой влагоемкости. В 1965 г. полив производился 20 июня и 12 августа; в 1966 г. — 29 июня и 29 июля; в 1967 г. — 5 июля и 17 июля; в 1968 г. — 18 и 19 июля. Норма воды при поливе 400 м³/га.

В годы проведения опытов влажность почвы за время вегетации колебалась в широких пределах. Весной в метровом слое почвы она составляла 88—92%, в период максимального развития растений на вариантах с орошением снижалась до 50%, а без орошения — до 30—40% полевой влагоемкости. Наиболее интенсивное потребление влаги (60—70% общего потребления) наблюдалось в июле — августе. При недостатке влаги в это время рост растений заметно приостанавливался, сокращалась ассимиляционная поверхность свеклы.

Из приведенных в табл. 3 данных видно, что в результате применения удобрений в одинарной дозе урожай корней свеклы повышался без орошения на 60 ц/га, а от двойной дозы — на 67 ц/га, что превышало урожай на контроле соответственно на 15,7 и 17,0%, т. е. фактически от удвоения дозы удобрений урожай корней без орошения возрос всего на 1,3%. Однако в 1965 и 1966 гг., когда за вегетацию выпало 300 и 291 мм осадков, прибавка урожая от удвоения дозы удобрений равнялась 30 ц/га, а в более засушливые 1967 и 1968 гг., когда осадков за вегетацию выпало только 234 и 230 мм, имело место снижение урожая корней свеклы соответственно на 20 и 13 ц/га. Таким образом, эффективность повышенных доз удобрений лимитируется недостатком влаги.

При орошении прибавки урожая корней от действия одинарной дозы удобрений составила 75 ц/га, а от двойной дозы — 107 ц/га, что соответственно на 17,0 и 24,7% больше, чем на контроле. Это свидетельствует о значительном повышении эффективности удобрений при орошении — и одинарной, и особенно двойной дозой. Удобрения и здесь способствуют повышению эффективности орошения.

Без орошения наибольшее снижение урожая наблюдалось при недостатке фосфора и калия, а затем уже азота. При орошении максимальное снижение урожая отмечалось при отсутствии калия, затем — фосфора и азота. По действию на урожай ботвы как при орошении, так и без него в первом минимуме находился азот, причем в орошаемых условиях без азота урожай ботвы снижался сильнее.

Следует подчеркнуть, что условия орошения и минерального питания оказывают большое влияние на химический состав сахарной свеклы. В исследованиях, проведенных на Граковском опытном поле, орошение снижало сахаристость корней на 0,2—0,3%; на Драбовской опытной станции снижение этого показателя составляло в зависимости от условий минерального питания 0,3—0,8% против его уровня на богаре. Удобрения как на богаре,

так и при орошении незначительно (на 0,1—0,2%) снижали содержание сахара в корнях. В то же время в богарных условиях от (NPK)₉₀ сахаристость повышалась по сравнению с неудобренным контролем на 1,5%.

Самый высокий процент сахара в корнях сахарной свеклы и без полива, и при орошении получен по фосфорно-калийному фону — (РК)₉₀. Сбор сахара согласно 16-летним данным опытов, проведенных на Граковском опытном поле, от полного минерального удобрения на богаре увеличился на 9 ц/га (без удобрений 49 ц/га), а при орошении — на 15 ц/га (без удобрений 65,8 ц/га), т. е. за счет одного орошения выход сахара возрастал на 16,8 ц/га на неудобренном фоне и на 22,8 ц/га на фоне NPK. Увеличение сбора сахара от совместного влияния орошения и удобрений в среднем за 16 лет составило 31,8 ц/га.

На Драбовской опытной станции в результате внесения одинарной дозы полного удобрения сбор сахара повысился без орошения на 14 ц/га, при двойной дозе удобрений сбор сахара по отношению к одинарной дозе не увеличивался. В условиях орошения выход сахара от тех же доз удобрений увеличился соответственно на 13,6 и 16,4 ц/га. За счет орошения сбор сахара возрос на 6,2—13,9 ц/га, а по совместному действию орошения и удобрений (NPK)₉₀ — на 26,5 ц/га.

По двухлетним данным опытов, проведенных на Драбовской опытной станции, при увеличении уровня питания в корнеплодах резко увеличивалось содержание «вредного» азота, золы и калия, что ухудшало технологические качества получаемой продукции. При орошении содержание «вредного» азота в корнях свеклы снижалось по всем испытуемым вариантам, причем это снижение было тем значительнее, чем более высоким был фон минерального питания.

Особо следует подчеркнуть, что и на поливных и на неполивных землях Драбовской опытной станции применение удобрений способствовало более экономному использованию влаги растениями сахарной свеклы. Наблюдалось снижение коэффициента водопотребления сахарной свеклы под влиянием удобрений, что, вероятно, связано не только с положительным влиянием элементов питания на метаболизм растений, но и с более интенсивным развитием листового аппарата: последнее ведет к более сильному затенению почвы и вследствие этого уменьшает физическое испарение с ее поверхности.

В исследованиях, проведенных на Граковском опытном поле, озимую пшеницу «мироновская-808» высевали по различным предшественникам — люцерне, просу, озимой пшенице, кукурузе на зеленую массу. Удобрения (аммиачную селитру, суперфосфат и хлористый калий) как при орошении, так и на богаре вносили из расчета 45—60 кг/га действующего вещества, причем РК — полной дозой под вспашку или предпосевную культивацию, треть азота — рано весной в подкормку. Полив производили с помощью КДУ-55М. Средняя оросительная норма составила 163,6 мм с колебаниями от 100 до 197,5 мм. Основное внимание уделялось влагозарядковым поливам, так как выход поля из-под непаровых предшественников и, как правило, отсутствие или малое количество осадков в предпосевной период являлись основной причиной недостаточных запасов продуктивной влаги в почве. Норма влагозарядки по годам колебалась в пределах 50—100 мм. Кроме влагозарядки давали два вегетационных полива: первый — в фазу трубкования нормой 55—85 мм, второй — перед наливом зерна нормой 20—50 мм.

Как видно из данных табл. 4, на богаре решающее влияние на урожай зерна озимой пшеницы оказывал фосфор, прибавка от которого к фону NK составила 11,1 ц/га (74%). При орошении преимущественное влияние фосфора на урожай озимой пшеницы сохраняется (+9,9 ц/га), хотя эффективность его ниже, чем без полива; заметно усиливается также положительное действие азота (+4,4 ц/га). Как и в богарных условиях, на орошаемом фоне на первое место по урожайности выходит парная комбинация NP: прибавка урожая зерна к неудобренному варианту составила 11,3 ц/га. Некоторое ослабление при орошении эффективности фосфора и отсутствие эффекта

Таблица 4

**Влияние удобрений на урожай и качество зерна озимой пшеницы на богаре и при орошении
(данные Граковского опытного поля, среднее за 1968—1971 гг.)**

Вариант опыта	Урожай, ц/га		Прибавки от орошения, ц/га	Сырая клейковина, %	
	без полива	при орошении		без полива	при орошении
Без удобрений	17,8	34,2	16,4	24,7	21,7
NK	15,1	35,6	20,5	27,8	27,9
PK	24,5	39,8	15,3	22,1	18,2
NP	26,5	45,5	19,0	27,0	23,1
NPK	26,2	44,2	18,0	26,6	23,5

по калию объясняются сильным мобилизующим действием орошения на почвенные запасы этих элементов; это подтверждается резким повышением урожайности на неудобренном фоне. Основное влияние на повышение эффективности орошения оказывал азот. От совместного влияния азотно-фосфорных удобрений и орошения урожай зерна озимой пшеницы возрос более чем в два с половиной раза.

Резко повышая урожай озимой пшеницы, орошение, однако, несколько снижает качество зерна (см. табл. 4). В среднем за три года содержание сырой клейковины в зерне пшеницы под влиянием орошения уменьшилось на 3%, а на фоне NPK — на 3,1%. Качество зерна улучшалось при орошении, как и на богаре, главным образом за счет азотных удобрений. Особенно заметно повышались качественные показатели зерна орошенной озимой пшеницы при некорневых азотных подкормках. В 1967 г. (Гуревич, Боронин, 1969) некорневая подкормка амиачной селитрой в дозах N_{15} и N_{30} дополнительно к N_{30+15} , внесенных под культивацию и в ранневесеннюю подкормку, повысила содержание белка соответственно на 1,2 и 1,3%, а сырой клейковины — на 5 и 8% по сравнению с исходным вариантом, где в зерне содержалось белка 12,1%, а сырой клейковины 28%.

В совхозе «Бортниччи» Бориспольского района Киевской области на серой лесной оподзоленной почве изучалась эффективность различных доз удобрений и норм полива на озимой пшенице «Мироновская-808» (Вова, 1971). Осенняя влагозарядка составила 500 $m^3/га$. Вегетационные поливы проводились четыре раза такими нормами: 1-й — 400 $m^3/га$, 2-й, 3-й — по 300 и 4-й — 450 $m^3/га$. Как следует из данных табл. 5, наибольшая эффективность удобрений в этом опыте была получена по варианту с осенней влагозарядкой.

Судя по имеющимся опытным данным, на орошение положительно отзываются и другие зерновые культуры. Так, полевой опыт с гречихой сорта

Таблица 5

**Влияние удобрений и орошения на урожай озимой пшеницы, ц/га
(Бортническая оросительная система, 1968 г.)**

Вариант опыта	Без полива	Осенняя влаго-зарядка	Осенняя влаго-зарядка и веге-тационные поливы	Вегетационные поливы	Вариант опыта	Без полива	Осенняя влаго-зарядка	Осенняя влаго-зарядка и веге-тационные поливы	Вегетационные поливы
Без удобрений	24,1	24,1	32,5	33,8	Навоз 20 $t/га$	6,7	10,1	6,7	5,4
Навоз 20 $t/га$	30,8	34,2	39,2	39,2	$N_{80}P_{90}K_{80}$	12,5	14,2	8,3	6,2
$N_{80}P_{60}K_{60}$	36,6	38,3	40,8	40,0					

Таблица 6

Влияние удобрений и орошения на урожай гречихи, ц/га
(Украинский НИИ земледелия, среднее за 1967—1969 гг.)

Вариант опыта	Без орошения		При орошении		Прибавка от орошения
	урожай	прибавка от удобрений	урожай	прибавка от удобрений	
Контроль (без удобрений)	12,8	—	16,3	—	3,5
N ₄₅ P ₆₀ K ₄₅	16,2	3,4	22,9	6,6	6,7

«богатырь» (Резниченко, 1971), проведенный на серой лесной оподзоленной почве при поливе в три приема нормой 1500 м³/га, показал, что под влиянием поливов эффективность удобрений увеличивалась почти в 2 раза; удобрения в свою очередь во столько же раз повышали эффективность поливов (табл. 6).

Остановимся теперь на опытах с ячменем сортов «Ганнэ Лессдорфская» и «Южный» и кукурузой (Граковское опытное поле).

Полив ячменя осуществляли дождеванием, как правило, один раз, в fazu кущения (май), нормой 100 мм. Фосфорно-калийные удобрения внесли под вспашку, азотные — дробно: половину под вспашку, половину в подкормку, перед поливом или после него. Кукурузу зерновую «ОД-27» и «ВИР-42» высевали бессменно, предшественником в первый год посева была кукуруза на силос. Способ внесения удобрений был таким же, как под ячмень. Кукурузу поливали дождеванием два-три раза за сезон общей оросительной нормой 120—165 мм. Поливы нормой 50—100 мм начинали перед выбрасыванием метелок и заканчивали в первой декаде августа, примерно за месяц до уборки. Неблагоприятными в отношении осадков для ячменя были 1962 и 1963 гг., для кукурузы — 1963, 1965, 1966 гг., поэтому указанные оросительные нормы не всегда в течение вегетационного периода обеспечивали оптимальные условия увлажнения почвы.

Как видно из данных табл. 7, орошение значительно усиливало эффективность минеральных удобрений: если на богаре урожай зерна ячменя от NPK увеличивался на 5 ц/га (26%), то на фоне орошения — на 9 ц/га (41%).

Таблица 7

Влияние удобрений на урожай ячменя и кукурузы на богаре и при орошении, ц./га.
Граковское опытное поле, чернозем мощный

Вариант опыта	Без полива		При орошении		Прибавки от орошения	
	зерно	солома*	зерно	солома*	зерно	солома*
Ячмень (среднее за 1960, 1962, 1964 гг.)						
Без удобрений	19,0	22,4	22,1	29,8	3,1	7,4
Naa ₇₅ K ₇₅	19,6	25,0	25,1	34,1	5,5	9,1
Pc ₇₅ Kx ₇₅	22,5	26,9	28,3	32,4	5,8	5,5
Naa ₇₅ Pc ₇₅ Kx ₇₅	24,0	30,7	31,1	40,0	7,1	9,3
Кукуруза (среднее за 1963—1966 г.)						
Без удобрений	27,8	87,3	40,3	111	12,5	23,7
N ₇₅ K ₇₅	29,5	93,1	42,6	133	13,1	39,9
P ₇₅ K ₇₅	32,8	90,5	43,7	138	10,9	47,5
N ₇₅ P ₇₅	34,9	80,2	46,6	117	11,7	36,8
N ₇₅ P ₇₅ K ₇₅	33,2	96,5	50,2	139	17,0	42,5

* Для кукурузы — стебли.

Таблица 8

Влияние удобрений при орошении на урожай люцерны первого года пользования, ц/га.
Граковское опытное поле, среднее за 1968, 1971 гг.

Вариант опыта	Урожай сена за три укоса	Вариант опыта	Урожай сена за три укоса
Без удобрений	69,3	$N_{60}K_{60}$	75,2
$P_{60}K_{60}$	86,2	$N_{60}P_{60}K_{60}$	89,1
$N_{60}P_{60}$	88,2		

урожай зерна кукурузы соответственно возрастал на 5,4 ц/га (19%) и 9,9 ц/га (25%). В богарных условиях решающее влияние на урожай зерна ячменя и кукурузы оказывал фосфор, при орошении заметно повышалось положительное действие азота, особенно на кукурузе.

За счет орошения на фоне без удобрений урожай ячменя увеличивался слабо — всего на 3,1 ц/га (16%), на фоне удобрений (NPK) прибавка зерна от орошения более чем удваивалась — 7,1 ц/га (30%). На кукурузе эффект от орошения увеличивался соответственно с 12,5 ц/га (45%) до 17 ц/га (51%). При совместном действии орошения и полного минерального удобрения урожай зерна ячменя и кукурузы возрастал на 12,1 и 22,4 ц/га, или на 64 и 81% соответственно к неорошающему контролю.

На Граковском опытном поле были получены данные по орошающей люцерне первого года пользования за 1968 и 1971 гг. (табл. 8). В 1968 г. люцерна использовала последействие удобрений (NPK)₆₀, внесенных под покровную яровую пшеницу. За три укоса люцерну поливали четыре раза при общей оросительной норме 293 мм.

Под чистый посев люцерны урожая 1971 г. было внесено по 60 кг/га азота, фосфора и калия. Оросительная норма (вместе с влагозарядкой) составила 324,6 мм при средней разовой норме полива 64,5 мм.

В среднем за два года, в течение которых проводились опыты, урожай сена люцерны увеличился на 19,8 ц/га (29%). Основное влияние на увеличение урожая сена при орошении оказал фосфор.

В 1967 г. на Граковском опытном поле после двухлетнего посева озимой пшеницы и в 1968 г. после ячменя изучали возможность пожнивных посевов кукурузы с суданкой на зеленую массу. При двух-трех поливах общей оросительной нормой 95—165 мм, проведенных через семь-восемь недель после посева, даже без дополнительного внесения удобрений было получено 100—130 ц/га зеленой массы.

При несколько лучшей влагообеспеченности и особенно при дополнительном внесении азотных удобрений на фоне последействия фосфорных удобрений в зоне лесостепи можно получать урожай зеленой массы в пожнивных посевах значительно выше — порядка 150—200 ц/га, используя смесь кукурузы с суданкой, вико-овсянью, горохо-овсянью и другие смеси, и тем самым повысить коэффициент использования земли и ее продуктивность.

В последние годы на Граковском опытном поле проводятся полевые исследования с удобрениями в условиях орошения в севообороте «кукуруза на зеленую массу — озимая пшеница — сахарная свекла — кукуруза на си-лос». Первую кукурузу поливали один-два раза оросительной нормой 43,5—113 мм; кукурузу на си-лос поливали дважды оросительной нормой 103—110 мм, что не вполне удовлетворяло потребности этой культуры во влаге.

Как видно из данных табл. 9, кукуруза на зеленую массу и си-лос хорошо отзывается на орошение, при котором эффективность удобрений более чем вдвое выше, чем на богаре.

В сумме за севооборот в богарных условиях на один гектар севооборотной площади на неудобренном варианте было получено 40,8 ц кормовых еди-

Таблица 6

Эффективность удобрений при орошении в севообороте, основная продукция, ц/га.
Граковское опытное поле (по свекле за 1969—1971 гг., по остальным культурам —
за 1968—1971 гг.)

Вариант опыта*	Кукуруза на зеленую мас-су	Озимая пше-ница	Сахарная свекла	Кукуруза на зеленую мас-су	Сумма за се-вооборот, ц корм. единиц	Вариант опыта	Кукуруза на зеленую мас-су	Озимая пше-ница	Сахарная свекла	Кукуруза на зеленую мас-су	Сумма за се-вооборот, ц корм. единиц	
	Без орошения						При орошении					
Без удобрений	208	17,8	253	168	163	Без удобрений	303	34,2	324	272	243	
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	242	26,2	311	185	198	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	379	44,3	251	319	312	

* Удобрения вносили под каждую культуру (аммиачная селитра, суперфосфат и хлористый калий).

ниц, в тех же условиях за счет удобрений выход кормовых единиц увеличился на 8,8 ц/га. При орошении по тем же вариантам выход продукции соответственно составил 60,6 ц кормовых единиц, а рост за счет удобрений — 17,4 ц кормовых единиц. Эффективность удобрений при орошении удвоилась. За счет орошения продуктивность севооборота повышалась больше, чем от удобрений. Сбор продукции на гектар севооборотной площади за счет орошения составил 19,8—28,4 ц кормовых единиц, что на 49—57% выше урожая в боярских условиях. В сумме за севооборот удобрения совместно с орошением почти в 2 раза увеличили выход основной продукции.

В условиях совхоза «Бортнич» Бориспольского района Киевской области в многофакторном полевом опыте на протяжении трех лет (1967—1969 гг.) изучалась эффективность применения разных доз азотных удобрений (90, 150 и 210 кг азота на 1 га) на фоне P₉₀K₉₀ при орошении кукурузы на силос (гибрид «ВИР-42»). Почва — серая лесная оподзоленная, песчано-суглинистая, содержит 1,3% гумуса, 8,7 мг подвижного фосфора (P₂O₅) и 10,3 мг калия (K₂O) на 100 г почвы; pH солевой вытяжки 6,2, гидролитическая кислотность 1,5 мг-экв на 100 г почвы, степень насыщенности основаниями 86,9%.

Суперфосфат и калийную соль в опыте вносили осенью под вспашку, а аммиачную селитру — весной под культивацию. Полив осуществлялся биологически очищенными сточными водами Киева дождеванием (с помощью установки КДУ-55) при влажности почвы ниже 70% полевой влагоемкости, в 1967 и 1968 гг. из расчета по 1500 м³ (три раза по 500 м³ в июне — июле) и в 1969, более увлажненном году — 900 м³ (два раза по 450 м³ в июле). Посев — пунктирный, с междуурядьем 70 см, высевалось 60, 80 и 100 тыс. растений на гектар, что обеспечивало возможность изучения эффективности взаимодействия не только удобрений и воды, но и густоты стояния растений.

Из результатов опыта (табл. 10), видно, что самый высокий урожай силосной массы кукурузы (662 ц/га) был получен в условиях орошения при дозе 210 кг/га азота, с максимальной густотой стояния растений (100 тыс. на 1 га), причем именно здесь была получена самая высокая прибавка урожая от азотных удобрений (419 ц/га).

Эффективность азотных удобрений при орошении увеличивалась с повышением доз и загущенности посева. С увеличением доз азота возрастила и эффективность орошения: при разной густоте стояния растений в 1,7; 2,9 и 4,1 раза. Если за контроль принять урожай кукурузы без полива при норме высева 60 тыс. растений на гектар, то от комплексного применения орошения, увеличения густоты стояния растений и внесения азота прибавки урожая силосной массы кукурузы будут соответственно равны

Таблица 10

Действие удобрений на урожай силюсной массы кукурузы, ц/га. (Данные Украинского НИИ земледелия, среднее за 1967—1969 гг.)

Число растений, тыс/га	Урожай		Прибавки урожая от				орошения	
	без полива	при поливе	загущения		удобрения			
			без полива	при орошении	без полива	при орошении		
$P_{80}K_{60}$ (фон)								
60	229	278	0	0	0	0	49	
80	222	278	-7	0	0	0	56	
100	198	243	-31	-35	0	0	45	
Фон + N_{90}								
60	355	424	0	0	126	146	69	
80	373	462	18	38	151	184	89	
100	391	491	36	77	193	248	100	
Фон + N_{150}								
60	368	510	0	0	139	232	142	
80	396	558	28	57	174	280	162	
100	464	611	96	101	266	368	137	
Фон + N_{210}								
60	400	593	0	0	171	315	193	
80	430	642	30	49	208	364	212	
100	457	662	57	69	259	419	205	

262, 382 и 433 ц/га. Столь высокие прибавки невозможно получить за счет лишь одного из изучавшихся факторов.

На малогумусном выщелоченном черноземе опытного хозяйства «Мерефа» Украинского НИИ овощеводства и бахчеводства (Севастьянова, Хомич, 1971) изучалось действие различных видов и доз минеральных удобрений при орошении на урожай столовой свеклы (сорт «Кросби»). Сумма осадков за годы проведения этих опытов (с апреля по сентябрь) составила: в 1967 г.—182 мм, в 1968 г.—218 и в 1969 г.—239 мм, при средней многолетней норме за этот период 283 мм. Влажность почвы в слое 0—60 см поддерживали в вегетационный период на уровне 60—70% от предельной полевой влагоемкости. Для этого в 1968 и 1969 гг. проводили три полива с оросительной нормой 1200 и 1100 м³ соответственно. В 1967 г. свеклу поливали один раз (450 м³).

Трехлетние исследования (табл. 11) показали, что столовая свекла в условиях орошения лучше всего отзывалась на азот, слабее — на калий и очень слабо — на фосфор. Наблюдалось взаимное усиление действия азота, фосфора и калия. Максимальный урожай корнеплодов (619 ц/га) был получен при норме удобрений $N_{120}P_{80}K_{60}$.

Наименьший эффект от удобрений был получен в 1967 г., когда за вегетационный период выпало всего 182 мм осадков, а норма полива была минимальной (450 м³). Следует отметить, что в этом случае эффективным было и внесение фосфора на фоне азота и калия. Это объясняется уменьшением подвижности почвенных фосфатов при недостаточном увлажнении, что ведет к повышению эффективности фосфора, внесенного с удобрениями.

Положительное влияние поливной воды на эффективность удобрений отмечается не только в таких лесостепных районах, как Драбово, Граково и Мерефа, отличающихся явно выраженной неустойчивостью увлажнения, но и в самой северной, более устойчивой по увлажнению части лесостепи. Об этом свидетельствуют опыты Украинского НИИ земледелия с кормовой

Таблица 11

Действие удобрений на урожай корнеплодов столовой свеклы при орошении (Украинский НИИ овощеводства и бахчеводства), ц/га

Вариант опыта	Урожай корней				Прибавка	
	1967 г.	1968 г.	1969 г.	средний	ц/га	%
Без удобрений (контроль)	372	392	437	400	—	—
N_{60}	393	509	504	469	69	17
P_{60}	465	388	434	429	29	7
K_{60}	381	420	475	425	25	6
$N_{60}P_{60}$	430	549	573	517	117	29
$N_{60}K_{60}$	476	523	568	522	122	31
$P_{60}K_{60}$	380	449	535	455	55	14
$N_{60}P_{60}K_{60}$	445	573	591	536	136	34
$N_{120}P_{60}K_{60}$	531	652	673	619	219	55
$N_{60}P_{120}K_{60}$	—	567	598	—	—	—
$N_{60}P_{60}K_{120}$	—	563	602	—	—	—
$N_{120}P_{90}K_{120}$	495	638	620	584	184	46

свеклой (Калачиков, 1966, 1968) и кукурузой, проведенные на серой лесной оподзоленной почве совхоза «Бортнич» Бориспольского района Киевской области.

Как видно из данных, приведенных в табл. 12, эффективность удобрений под влиянием полива (три раза за вегетационный период нормой по 400—450 м³/га) повышалась, в зависимости от вида удобрения, в 1,2—2,1 раза. В свою очередь удобрения обусловливали повышение эффективности полива. Если без удобрений эффект от полива был весьма слабым (прибавка урожая корней свеклы 10 ц/га), то на фоне максимального количества удобрений ($K_{160}P_{75}N_{85}$ + нав. 25 т/га) он обеспечил прибавку урожая, равную 197 ц/га, т. е. удобрения повысили эффективность орошения почвы в 20 раз. В этом опыте наблюдалась такая же взаимосвязь удобрений и полива, как и в опыте с кормовой свеклой (1965—1968 гг.), проведенном на юге Украины (Куница, 1970), где орошение, в зависимости от способов его проведения и норм воды, увеличивало эффективность удобрений в 1,5—4,3 раза.

Орошение оказывает определенное влияние на динамику питательных веществ в почве. Под его влиянием, как правило, уменьшается содержание нитратов (Гуревич, Боронин, 1965) за счет некоторого угнетения деятельности аэробных микроорганизмов, а также частичного опускания нитратов глубже корнеобитаемого слоя, увеличивается подвижность фосфора (Гуревич,

Таблица 12

Действие удобрений на урожай кормовой свеклы, ц/га (Украинский НИИ земледелия, среднее за 1965—1966 г.)

Вариант опыта	Урожай корней		Прибавка урожая от удобрений		Прибавка урожая от полива
	без полива	при поливе	без полива	при поливе	
Без удобрений	350	360	0	0	0
K_{160}	395	413	45	53	18
$K_{160}P_{75}$	403	472	53	112	69
$K_{160}P_{75}N_{85}$	525	646	175	286	121
$K_{160}P_{75}N_{85}$ + навоз 25 т/га	623	820	273	460	197

Боронин, 1970; Тарапіко, 1972) и калия (Тарапіко, 1972), что обычно приводит к усилению потребности растений на орошающей почве в азоте и ослаблению действия фосфорных и калийных удобрений. Здесь рост потребности растений в азоте обусловлен не только уменьшением количества нитратов в почве, но и увеличением в ней содержания подвижных форм фосфора и калия.

Увеличение подвижности почвенного фосфора является причиной относительно небольшого роста эффективности фосфорных удобрений на некоторых культурах при орошении. Орошение мобилизует также калий почвы, отчего эффективность калийных удобрений по сравнению с богарными условиями даже может снижаться.

Таким образом, в лесостепи УССР орошение является радикальным средством дальнейшего роста урожайности сельскохозяйственных культур и резкого повышения эффективности удобрений, которые при орошении должны применяться в несколько других соотношениях и в более высоких дозах, чем на богаре. Вопрос о формах и дозах удобрений на различных типах почв и под важнейшие сельскохозяйственные культуры, о сроках и нормах поливов нуждается в дальнейших самых широких исследованиях.

ЛИТЕРАТУРА

- Вова В. М. Вирощування озимої пшениці на поливних землях зони нестійкого зволоження.—Наукові праці УСГА, вип. 32. Озима пшениця в Лісостепу і на Поліссі УРСР. Київ, 1971.
- Глянцев А. Ф. Ефективность полива сахарной свеклы.—В кн. «Краткий отчет по полевым опытам за 1937—1947 гг. Харьковской государственной селекционной станции». Киев — Харьков, Изд-во с.-х. литературы УССР, 1949.
- Гуревич С. М. Действие минеральных удобрений на мощном черноземе. М., Госхимиздат, 1962.
- Гуревич С. М., Боронин Н. К. Эффективность различных форм минеральных удобрений на мощном черноземе в условиях полива.—Агрохимия, 1964, № 10.
- Гуревич С. М., Боронин Н. К. Динамика нитратов в мощном черноземе в условиях орошения.—Агрохимия, 1965, № 8.
- Гуревич С. М., Борчин Н. К. Действие различных форм минеральных удобрений на урожай кукурузы на мощном черноземе в условиях полива.—Агрохимия, 1967, № 12.
- Гуревич С. М., Боронин Н. К. Действие различных форм фосфорных и азотных удобрений на урожай и качество зерна озимой пшеницы при различной влагообеспеченности мощного чернозема.—Агрохимия, 1969, № 5.
- Дидыченко П. А. Влияние удобрений на урожай сахарной свеклы в зависимости от условий их применения в лесостепи УССР.—Агрохимия, 1967, № 7.
- Дидыченко П. А. О влиянии доз полного минерального удобрения на продуктивность культур в длительных опытах Лесостепи Украины.—Агрохимия, 1970, № 4.
- Дмитренко П. А., Дидыченко П. А., Предко И. Г., Пшибельский В. В. Эффективность удобрений в зависимости от условий увлажнения.—Агрохимия, 1965, № 2.
- Калачиков В. О. Ефективність зрошення біологічно очищеними стічними водами в умовах північного Лісостепу.—В кн. «Резерви підвищення врожайності сільськогосподарських культур». Київ, «Урожай», 1966.
- Калачиков В. О. Добрива, ґрунт і врожай в умовах зрошення.—Тези доповідей на республіканській конференції молодих учених. Київ, 1968.
- Куниця В. М. Вплив зрошення і удобрення на урожай кормових буряків.—Вісник с.-г. науки, 1970, № 7.
- Лазурский А. В., Лебединская В. Н. Эффективность основного минерального удобрения при внесении под ведущие культуры лесостепи Украины.—Агрохимия, 1967, № 6.
- Пшибельский В. В., Дидыченко О. П., Рудченко О. П. Результаты стационарного досліду по вивченю системи удобрения в зернобуряковій сівозміні на глибоких черноземах.—Зб. «Питання рільництва». Київ, «Урожай», 1970.
- Резниченко И. П. Сроки и способы посева гречихи в связи с орошением в лесостепной зоне УССР.—Автореф. канд. дисс. Киев, 1971.
- Севастьянова В. В., Хомич Н. Д. Удобрение столовой свеклы в условиях орошения в лесостепи УССР.—Химия в сельском хозяйстве, 1971, № 7.
- Тарапіко О. Г. Вплив мінеральних добрив при зрошенні та без нього на вміст поживних речовин, величину та якість врожаю цукрових буряків.—Зб. «Питання рільництва». Київ, «Урожай», 1970.
- Тарапіко О. Г. Надходження азоту, фосфору і калію в рослинні цукрових буряків та винос їх в процесі формування врожаю при різному рівні мінерального живлення та вологозабезпечення.—Зб. «Землеробство», вип. 28. Київ, «Урожай», 1972.

СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ В СЕВООБОРОТАХ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ

Система удобрения в севообороте — это «... план распределения между культурами севооборота различных удобрительных средств (навоза, торфа, минеральных удобрений, извести и пр.), применяемых в таких количествах и сочетаниях и такими способами, которые обеспечивали бы получение плановых урожаев всех культур севооборота с наименьшими затратами труда и средств на единицу продукции. Разработка системы удобрения севооборота включает данные о системе удобрения важнейших культур, входящих в этот севооборот» (Найдин, 1963).

При составлении системы удобрения севооборота необходимо хорошо знать почвы каждого поля, так как часто почвы отдельных полей даже одного и того же севооборота существенно различаются по генезису, плодородию, степени окультуренности, рельефу и т. п. Одновременно следует учитывать изменения почвенного плодородия, происходящие ежегодно в полях севооборота под влиянием предшествующих культур и агротехники и многие другие факторы, связанные с эффективностью удобрений (их виды и формы, способы и сроки применения и т. п.)

МЕСТНЫЕ УДОБРЕНИЯ

При разработке системы удобрений обязательно предусматривается использование местных удобрений, особенно органических, и прежде всего навоза.

Влияние навоза на уровень урожая в большой мере зависит от почвенно-климатических условий, от дозы, а также места и времени его внесения в севообороте и т. п. Наибольшие прибавки урожая в лесостепи получают от внесения навоза на дерново-подзолистых и оподзоленных почвах, несколько меньшие — на глубоких малогумусных черноземах и еще меньшие — на обычновенных черноземах.

Научными исследованиями установлено, что внесение 1 т навоза за время действия в севообороте дает в среднем прибавку урожая около 1 ц/га зерна за ротацию в зонах достаточного и неустойчивого увлажнения и около 0,6—0,7 ц/га в районах недостаточного увлажнения (табл. 1).

По данным Б. Н. Рожественского (1948), однажды внесенный в дозе 40 т/га навоз оказывает существенное последействие на урожай культур севооборота (табл. 2).

Таблица 1
Влияние внесения навоза на рост урожайности в севообороте

Опытная станция	Длительность опыта, годы	Дозы навоза в севообороте, т/га	Прибавки урожая в пересчете на зерно, ц/га за ротацию
Мироновская	8	30	27,2
Сумская	9	20	23,7
Харьковская	6	10	6,6

Таблица 2

Прибавка урожая зерна в севообороте

Показатели	Прямое действие навоза	Прибавка урожая			
		за 4 года	за 8 лет	за 12 лет	за 16 лет
Общая прибавка урожая от 40 т навоза, ц/га	4,2	11,6	15,3	18,9	22,0
То же, в % к урожаю на контроле	26	36	27	20	17

Навоз в полевых севооборотах в дозе 18—20 т/га рекомендуется вносить под озимые по чистым и занятых парам, после которых высеваются такие пропашные культуры, как сахарная свекла, картофель и кукуруза. В тех районах, где по унавоженному пару озимые полегают, под них вносят меньше навоза (10—12 т/га), а остальную часть — непосредственно под пропашные (10—12 т/га). Целесообразность дробного внесения навоза в севообороте подтверждается данными Сумской опытной станции (Вышинский, 1964): 20 т/га навоза, внесенного под пар, обеспечили прирост урожая зерна озимой пшеницы 6,7 ц/га и корней следующей за ней сахарной свеклы 104 ц/га; при дробном же внесении навоза по 10 т/га под озимые и сахарную свеклу прирост урожая равнялся 5,8 ц/га зерна пшеницы и 123 ц/га корней свеклы.

В западных районах свеклосеяния, отличающихся повышенным увлажнением, навоз следует вносить непосредственно под сахарную свеклу в дозах 20—25 т/га, широко используя также торфяные и прочие компости.

В восточной и центральной подзонах навоз, накопленный в зимний период, применяют под озимые в чистых и занятых парах, а в западной его полностью вносят весной, под яровые культуры. Навоз летнего накопления используют при пахоте зяби под яровые культуры будущего года.

На внесение навоза хорошо отзываются также кукуруза и картофель. На Драбовской опытной станции внесение под кукурузу 15 т/га навоза повысило урожай зерна на 10 ц/га, а на Черниговской опытной станции применение 20 т/га навоза дало прибавку урожая зерна в 11 ц/га. По данным ВНИИ кукурузы, внесение навоза в количестве 15—20 т/га на вышелоченных черноземах, подзолистых и серых лесных оподзоленных почвах лесостепи повышает урожай зерна кукурузы на 10—15 ц/га.

При непосредственном внесении навоза под картофель в дозе 40 т/га, по данным Харьковской опытной станции механизации сельского хозяйства, в среднем за семь лет прибавка урожая клубней составила 36,4 ц/га, а последействие такой же дозы навоза, внесенного под предшествующую картофелю культуру, дало прибавку урожая в 27 ц/га.

В полевых севооборотах лесостепи органические удобрения необходимо вносить систематически в двух-трех полях под такие основные культуры, как озимая пшеница, кукуруза, сахарная свекла и картофель. Длительность и размеры последействия одного и того же количества навоза при повторных его внесениях на том же поле в последующие годы и ротации севооборота заметно повышаются. Так, по данным Б. Н. Рожественского (1948), прибавка урожая зерна озимой ржи от действия 20 т/га навоза, вносимого через каждые три года, в среднем за первые два трехлетних цикла (ротаций) была 7,6 ц/га, за последующие третий и четвертый циклы — 11,0 ц/га, а за пятый и шестой циклы — 13,5 ц/га.

Внесение навоза способствует повышению эффективности минеральных удобрений.

МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ

Эффективность внесения минеральных удобрений в большой мере зависит от типа почв, форм удобрений, сроков и способов внесения и условий увлажнения района их применения. Это хорошо видно из данных А. М. Вышинского и М. П. Закирковой (1968а, б), приведенных в табл. 3, 4 для азотных и в табл. 5, 6 для фосфорных удобрений.

Данные А. М. Вышинского и М. И. Маниловой (1968) показывают, что

Таблица 3

Влияние разных форм азотных удобрений на урожай зерна озимой пшеницы при основном внесении, ц/га (средние данные)

Почвы	Число опытов	Урожай на контроле	Прибавки урожая зерна от азотных удобрений			
			аммиачной селитры	сульфата аммония	хлористого аммония	мочевины
Серые лесные оподзоленные	4	35,3	4,8	5,0	5,6	4,8
Опоздоленные черноземы	4	37,3	2,9	2,3	3,0	2,0
Глубокие малогумусные черноземы	2	42,6	0,2	-0,1	0,2	1,5

Таблица 4

Влияние различных форм азотных удобрений на урожай сахарной свеклы при основном внесении, ц/га (средние данные)

Почвы	Число опытов	Урожай на контроле	Прибавки урожая от азотных удобрений					
			аммиачной селитры	хлористого аммония		мочевины	подного аммиака	углазамни-ат
				весной	осенью			
Серые лесные оподзоленные	6	309,1	40,7	23,7	36,4	63,7	33,2	—
То же	5	333,1	35,6	29,1	32,3	63,2	30,6	—
Опоздоленные черноземы и темно-серые лесные оподзоленные	3	280,4	35,6	41,8	—	36,7	43,0	34,5
То же	3	247,5	22,5	16,2	—	—	27,4	15,6
Обыкновенные черноземы	3	297,0	33,7	48,0	—	—	79,7	—

Таблица 5

Влияние различных форм фосфорных удобрений на урожай зерна озимой пшеницы при основном внесении, ц/га

Почвы	Число опытов	Урожай на контроле	Прибавки урожая от фосфорных удобрений			
			суперфосфата обычного	фосфат-шлака	фосфоритной муки	препиципата
Серые лесные оподзоленные	2	27,4	1,5	3,2	1,7	—
Черноземы оподзоленные	3	29,4	3,1	3,0	—	3,6
Черноземы мощные слабо выщелоченные и малогумусные	6	26,8	3,7	2,8	0,1	—
Черноземы обыкновенные	3	24,3	3,0	2,0	2,9	4,0

Таблица 6

Влияние разных форм фосфорных удобрений на урожай зерна кукурузы при основном внесении, ц/га

Место проведения опытов	Год	Почвы	Урожай по фону	Прибавки урожая от фосфорных удобрений			
				суперфосфата обычного	фосфат-шлака	фосфоритной муки	препарата
Черниговская с.-х. оп. станция	1959	Серые лесные оподзоленные	26,5	0,2-	0,7	-0,9	—
Хмельницкая с.-х. оп. станция	1959	Темно-серые лесные оподзоленные	42,4	-0,1	-0,8	1,6	-0,7
Там же	1960	Оподзоленные черноземы	43,0	1,8	1,9	1,0	0,7
Ровенская с.-х. оп. станция	1958	Черноземы глубокие малогумусные	52,9	6,4	-2,7	—	2,6
Полтавская с.-х. оп. станция	1960	То же	17,7	5,2	4,9	1,8	2,7

Таблица 7

Влияние разных форм калийных удобрений на урожай картофеля при основном внесении, ц/га

Почвы	Число опытов	Урожай клубней на контроле	Прибавки урожая от калийных удобрений			
			хлористого калия	сернокислого калия	калийной соли	сильванита
Серые лесные оподзоленные	2	196,2	20,3	17,4	23,8	13,1
Оподзоленные черноземы и темно-серые лесные оподзоленные	3	177,8	4,5	25,4	—	13,4

формы калийных удобрений также оказывают существенное влияние на уровень урожая, причем этот уровень зависит от типа почвы (табл. 7).

В районах недостаточного увлажнения азотные удобрения под пахоту зяби можно вносить во всех формах: аммиачной, аммиачно-нитратной, нитратной, амидной и т. д. В подзоне неустойчивого увлажнения западных областей и районов, граничащих с Полесьем, на почвах легкого механического состава, а также в местах с близким залеганием грунтовых вод применять под пахоту зяби натриевую, кальциевую и аммиачную селитру не следует, так как азот этих удобрений за зиму перейдет в нижние горизонты почвы и не будет использован растениями. В этой подзоне под пахоту лучше всего вносить азот в аммиачной форме.

В районе достаточного и избыточного увлажнения западных областей азотные удобрения под пахоту зяби вносить вообще не следует; их надо использовать весной под предпосевную культивацию. На кислых почвах (подзолистых, серых лесных, оподзоленных и выщелоченных черноземах) лучше всего применять кальциевую селитру.

Фосфорные удобрения, не содержащие воднорастворимой фосфорной кислоты, такие, как фосфоритная мука и фосфат-шлак, на кислых почвах вносят только под пахоту.

Фосфоритную муку (в пересчете на фосфорную кислоту) применяют в полуторной дозе. По данным Л. С. Вакал (1958), полученным на Сумской опытной станции, эффективность фосфоритной муки в основном удобрении под сахарную свеклу не уступает эффективности суперфосфата в рядки в тех

же дозах. В то же время внесение фосфоритной муки в основном удобрении под картофель оказалось менее эффективным, чем суперфосфата. Концентрированные фосфорные удобрения (двойной суперфосфат, аммофос и др.) вносят в первую очередь на мощных и выщелоченных черноземах.

При известковании кислых почв для повышения эффективности фосфатов необходимо избегать внесения их одновременно с известью в один и тот же горизонт почвы. Эффективность фосфатшлака на кислых почвах не снижается при внесении извести в половинной дозе из расчета на гидролитическую кислотность.

По данным Всесоюзного научно-исследовательского института сахарной свеклы, из калийных удобрений под пахоту зяби на мощных и выщелоченных черноземах наиболее эффективными оказались кайнит Прикарпатья и 30—40 %-ные калийные соли. Так, в среднем по 13 опытаам за 1947—1949 гг. прибавка урожая корней свеклы при внесении кайнита была 27 ц/га, от 40 %-ной калийной соли — 20 ц/га и от хлористого калия — 15 ц/га, при урожае на азотно-фосфорном контроле 286 ц/га. На серых лесных оподзоленных почвах кайнит по действию на сахарную свеклу не имеет преимущества в сравнении с хлористым калием и 30—40 %-ными калийными солями. Эффективность калийных удобрений на оподзоленных почвах заметно повышается при известковании.

На мощных и выщелоченных черноземах под пахоту зяби лучше всего использовать кайнит Прикарпатья в половинной дозе из расчета на калий (2,5—3 ц/га) и 30—40 %-ные калийные соли. На серых лесных оподзоленных почвах и оподзоленных черноземах предпочтительно внесение 30—40 %-ных калийных солей. Внесение кайнита на таких почвах допустимо только при известковании.

При систематическом внесении калийных удобрений в севообороте рекомендуется чередовать применение концентрированных и сырых солей: под сахарную свеклу, например, вносить кайнит, под идущие за ней кукурузу и последующую озимую пшеницу — хлористый калий или 30—40 %-ную калийную соль.

Нитрофоски, содержащие в основном цитратнорастворимую фосфорную кислоту, при внесении под зябь лучше всего использовать на серых лесных почвах, оподзоленных и выщелоченных черноземах. В районах, где при внесении удобрений под пахоту азот может вымываться, нитрофоски для основного внесения использовать не следует.

При внесении удобрений в рядки под сахарную свеклу из азотных следует в первую очередь применять натриевую селитру, из фосфорных — суперфосфат и аммофос, а из калийных (если азот вносится не в виде натриевой селитры) — хлористый калий. Натриевую селитру вообще рекомендуется использовать главным образом как рядковое удобрение. Сложные удобрения в виде нитрофосок с содержанием воднорастворимой фосфорной кислоты не менее 50 % лучше вносить в рядки на серых лесных оподзоленных почвах и оподзоленных черноземах из расчета на азот, а тукосмеси на аммофосе или на двойном нейтрализованном суперфосфате — в первую очередь на глубоких и выщелоченных черноземах.

При подкормках растений из азотных удобрений используют, в зависимости от культуры, натриевую, кальциевую или аммиачную селитру, мочевину, а также аммиачную воду и углеаммиакаты; из фосфорных — суперфосфат и аммофос; из калийных — 30—40 %-ные калийные соли и кайнит. Для подкормок используют лишь те нитрофоски, которые содержат не менее 50 % воднорастворимой фосфорной кислоты, причем нормы их внесения устанавливают из расчета по азоту.

ХИМИЧЕСКАЯ МЕЛИОРАЦИЯ ПОЧВ

Известкование. В лесостепи Украины имеется значительное количество почв с повышенной, вредной для растений кислотностью, таких, как светло-серые, серые и темно-серые лесные оподзоленные, выщелоченные, сильновыщелоченные и оподзоленные черноземы, сильноосолоделые черноземы, а в западной части подзоны и дерново-подзолистые почвы.

Для повышения плодородия таких почв и получения высоких и стабильных урожаев на них наряду с другими агроприемами применяют известкование. Для известкования используют известковую муку, мергель, туфы, мел и т. п., а также отходы сахарной, бумажной, кожевенной промышленности, серного производства и т. п. Правильно проведенное известкование способствует не только повышению урожая всех культур севооборота, но и заметному повышению эффективности других агроприемов, таких, как обработка почвы, уход за посевами, внесение удобрений. Это хорошо видно из данных опытов УНИИЗ (Колоша, 1964), выполненных в колхозе с. Янкив Немировского района Винницкой области на серых оподзоленных почвах (табл. 8).

В опытах Украинской сельскохозяйственной академии на темно-серых лесных оподзоленных почвах учебного хозяйства «Теремки» внесение извести в севообороте непосредственно под озимую пшеницу после люпина на силос в среднем за 1959—1963 гг. привело к прибавке урожая зерна на 1,5 ц/га, а при внесении ее в севообороте за четыре года до посева озими — на 1,2 ц/га (Колоша, 1964). В том же севообороте известкование оказывало более сильное положительное влияние на урожай гороха, чем на озимую пшеницу (табл. 9).

Под пахоту зяби известковые удобрения вносят перед лущением стерни или после него, в последнем случае во избежание смешивания известковых материалов с фосфорными удобрениями проводят боронование тяжелыми боронами в два следа.

Дозы внесения известковых удобрений зависят от типа почвы: на серых лесных оподзоленных, дерново-подзолистых почвах и оподзоленных черноземах их применяют в нормах, соответствующих величине полной гидрологической кислотности, а на выщелоченных и осоложденных черноземах —

Таблица 8

Влияние дефеката на урожай корней сахарной свеклы и эффективность удобрений, ц/га

Внесено под сахарную свеклу	Под озимую пшеницу дефекат не вносили		Под озимую пшеницу внесен дефекат (одна норма по г. к.)	
	урожай	прибавка	урожай	прибавка
Без удобрений (контроль)	193	—	234	—
Дефекат (одна норма по г. к.)	220	27	246	12
Навоз 20 т/га	244	51	287	53
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ кг/га	272	79	326	92

Таблица 9

Влияние удобрения и известкования почвы на урожайность гороха, ц/га

Вариант опыта	Урожай зерна	Прибавка урожая
Без удобрений	20,6	—
Внесение органических и минеральных удобрений в севообороте; под горох P ₃₀ K ₄₀ кг/га	26,8	6,2
То же + известкование в севообороте	31,8	11,4

Таблица 10

Эффективность гипса и навоза, внесенных под сахарную свеклу (среднее из шести опытов)

Вариант опыта	Средний урожай корней за три года, ц/га	Прибавка урожая, ц/га	Содержание корней, поврежденных корневой гнилью, %
Без удобрения	180	—	24,8
Гипс 1,3 т/га	217	37	18,8
Гипс 2,6 т/га	230	50	4,3
Гипс 3,9 т/га	234	54	3,7
Навоз 40 т/га	245	65	21,7
Навоз 40 т/га + гипс 1,3 т/га	265	76	9,7
Навоз 40 т/га + гипс 2,6 т/га	299	119	Нет
Навоз 40 т/га + гипс 3,9 т/га	278	98	»

в количестве, равном $\frac{2}{3}$ ее величины, что равняется в среднем 2,5—4 т/га CaCO_3 , или 3,5—5,5 т/га дефеката, или 3—4,5 т/га известковой муки.

Учитывая, что действие извести полнее проявляется на второй год после ее внесения, известкование в севообороте проводят так, чтобы культуры, хорошо реагирующие на этот агроприем, высевались на второй и даже на третий год после его применения.

Гипсование. На солонцеватых почвах существенное значение для повышения урожайности имеет гипсование. По данным Г. М. Самбура и И. Г. Демиденко (1951), внесение при пахоте зяби под сахарную свеклу гипса и навоза заметно повышало урожай корней (табл. 10).

Опытами Харьковского сельскохозяйственного института им. В. В. Докучаева доказана также высокая эффективность рядкового припосевного внесения сырмолового гипса на солонцеватых черноземах. Этот агроприем способствовал повышению урожайности зерна озимой пшеницы на 1,5—4,8 ц/га, яровой пшеницы — на 4,2—5,4, ячменя — на 1,0—2,5 и корней сахарной свеклы — на 27—37 ц/га. Эффективность гипса зависит от доз внесения, которые обусловливаются степенью солонцеватости почв. Наиболее высокие прибавки урожая на солонцеватых черноземах дает рядковое внесение гипса в дозе 2 ц/га, на среднесолонцеватых черноземах — 3 ц/га и на сильносолонцеватых черноземах — 4 ц/га. При основном внесении дозы гипса составляют 3—5 т/га.

При основном внесении извести и гипса их мелиорирующее действие длится в течение 6—10 лет, в связи с чем их применяют один раз за ротацию севооборота под одну из таких культур, как сахарная свекла, озимые, являющиеся ее предшественниками, горох.

БАКТЕРИАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ

Под определенные культуры в севообороте применяют бактериальные удобрения, которые активизируют процессы фиксации азота, способствуют мобилизации других питательных веществ, обогащают почву физиологически активными веществами и улучшают условия минерального питания растений, что ведет в конечном итоге к росту урожая.

Нитрогенизация семян бобовых культур, способствуя улучшению азотного питания растений, по данным значительного количества научных исследований, выполненных в лесостепной зоне Украины, повышает урожай гороха на 12—33%, зеленой массы люпина на 17—59%, зерна люпина на 17—20, зерна вики на 11—28, зерна фасоли на 13—56, семян клевера на 25—33 и зеленой массы люцерны на 12—30%.

Для небобовых культур используют азотобактерин и фосфоробактерин. Применение азотобактерина в этой зоне способствует повышению урожая

зерна озимой пшеницы на 1,5—2 ц/га, озимой ржи на 1,4—2,6, зерна кукурузы на 2,1—8,6, зеленой массы кукурузы на 10—22, корней сахарной свеклы на 15—25 и клубней картофеля на 17—50 ц/га.

Обработка семян фосфоробактерином повышала в разных районах лесостепи УССР урожай зерна озимой пшеницы на 1,9—2,4 ц/га, зерна кукурузы на 2—5, корней сахарной свеклы на 15—20 ц/га.

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ

По данным сводки опытов, выполненных в географической сети научных учреждений Украины (Плишко и Момотенко, 1968), внесение микроэлементов под озимую пшеницу, кукурузу на зерно и сахарную свеклу не дало достоверных прибавок урожая (табл. 11). Результаты применения молибдена и бора под горох и люпин по данным той же сводки приведены в табл. 12.

Таблица 11

Изменение урожайности сельскохозяйственных культур под действием суперфосфата, обогащенного микроэлементами (суперфосфат внесен в основном удобрении на фоне NK)

Культура	Почвы	Число опытов	Внесено суперфосфата, ц/га	Урожай по НРК		Прирост урожая при внесении разных микроэлементов, ц/га	
				стандартных тучков	с обыкновенным суперфосфатом, ц/га	бор	марганец
Озимая пшеница	Черноземы мощные	4	2,1	30,4	—	-0,8	—
Кукуруза на зерно	То же	5	1,6	30,1	—	+0,6	—
Сахарная свекла	Черноземы мощные слабовыщелоченные	5	3,1	367,2	+10,6	+5,1	+7,1

Таблица 12

Влияние молибдена и бора на урожай зернобобовых культур, ц/га

Почвы	Культура	Число опытов	Урожай без микроэлементов	Прибавки урожая после внесения микроэлементов			
				обработка семян молибденом	некорневая подкормка молибденом	внесение бора под культивацию	внесение бора по ультиваю и обработка семян молибденом
Черноземы слабореградированные	Горох	4	24,7	1,0	1,4	1,3	1,4
Черноземы оподзоленные	»	2	23,9	2,6	2,2	1,1	2,2
Серые лесные оподзоленные	Люпин	2	13,8	1,3	0,0	0,1	1,9

Под сахарную свеклу на осушенных торфяных почвах, содержащих мало меди, вносят медные удобрения. Положительное влияние на урожай корней сахарной свеклы медные удобрения оказывают также на дерново-подзолистых и серых лесных оподзоленных почвах. На свежеосушенных торфяных почвах под глубокую пахоту вносят 6—7 ц/га, а на дерново-подзолистых и серых лесных оподзоленных — 4—5 ц/га пиритных огарков. На торфяных почвах под кукурузу в пахоту вносят 5—6 ц/га пиритных огарков. Семена сахарной свеклы можно обрабатывать 0,1—0,2%-ным, а кукурузы — 0,001—0,005 %-ным раствором медного купороса. Положительные результаты при медном голодании растений кукурузы дает некорневая подкормка ее посевов 0,02—0,05 %-ным раствором медного купороса.

УДОБРЕНИЕ ОСНОВНЫХ КУЛЬТУР

Озимые зерновые. Одним из основных агроприемов повышения урожайности озимых в восточной и центральной подзонах лесостепи является внесение органических удобрений, в частности навоза, в чистых и занятых пашнях. В восточной части подзоны навоз вносят в дозе 18—20 т/га, а в центральной — 20—25 т/га. На смытых почвах дозы внесения навоза увеличивают на 7—10 т/га. Высокую эффективность дает сочетание внесения под озимые навоза и фосфорно-калийных удобрений, что хорошо видно по данным В. Д. Мединец (1969), полученным в Полтавской области (табл. 13).

На неудобренных навозом площадях под озимые вносят минеральные удобрения. Необходимо учитывать, что потребность озимой пшеницы в питательных веществах после различных предшественников не одинакова. По данным Украинского научно-исследовательского института растениеводства, селекции и генетики им. В. Я. Юрьева (А. Ф. Глянцев, цит. по Буку, 1969б), озимая пшеница после вико-овсяной смеси на сено на мощном слабовыщелоченном черноземе хорошо реагирует на внесение фосфорно-калийных удобрений и их смеси с небольшими (20 кг/га) дозами азота. Повышение нормы азота под озимые по этому предшественнику было малоэффективным (табл. 14). В то же время при повторном посеве озимой пшеницы после озимых по неуваженному черному пару растения почти не реагируют на внесение фосфорно-калийных удобрений и резко повышают урожай зерна при добавлении к ним азота, причем увеличение нормы азота с 20 до 60 кг/га ведет к ощутимому росту урожая.

Внесение под предпосевную обработку почвы после кукурузы на силос N_{30} в среднем за 1964—1966, 1968 гг. на этих же почвах (Бука, 1969б) повышало урожай зерна озимой пшеницы на 1,7 ц/га, внесение P_{45} —

Таблица 13

Влияние удобрения на урожай зерна озимой пшеницы, ц/га

Основное внесение удобрений	Рештиловский сорт出身 участок в среднем за 1948, 1949 гг. по трем сортам в чистом пару	Колхоз «Свет Ильича» Пирятинского р-на, по 1967 г., по «мироновской 808» в чистом пару	Хорольский сорт出身 участок в среднем за 1965—1968 гг. по «мироновской 808» после вико-овсяной смеси на сено
Без удобрений (контроль)	31,2	25,8	32,0
Навоз 20 т/га	32,6	27,4	37,0
$P_{45-60} K_{45-60}$	—	29,3	38,4*
Навоз 20 т/га + $P_{45-60} K_{45-60}$	37,0	32,6	39,6**

* $B_{16} C_{16} P_{45} K_{45}$. ** Внесено навоза 20 т/га + $N_{45} P_{45} K_{45}$.

Таблица 14

Урожай озимой пшеницы в зависимости от соотношения питательных веществ, внесенных под предпосевную обработку почвы после разных предшественников, ц/га

Вариант опыта	После вико-овсяной смеси на сено, в среднем за 1965, 1966, 1968 гг.	Повторный посев озимой пшеницы после озимых, которую выращивали по неуваженному черному пару, в среднем за 1965—1968 гг.		
		урожай	прибавка	урожай
Контроль (без удобрений)	29,7	—	23,0	—
$P_{40} K_{40}$	31,7	2,0	23,9	0,9
$N_{20} P_{40} K_{40}$	33,9	4,2	25,7	2,7
$N_{60} P_{40} K_{40}$	34,7	5,0	30,1	7,1

Таблица 15

Влияние способов и доз внесения минеральных удобрений на урожайность зерна озимой пшеницы после кукурузы на силос в среднем за 1964—1967 гг.

Способы и дозы удобрений, кг/га	Средний урожай, ц/га	Прибавка урожая к контролю	
		ц/га	%
Без удобрений (контроль)	22,6	—	—
Под предпосевную обработку N ₃₀ P ₄₅ K ₃₀	26,6	4,0	17,7
Под предпосевную обработку N ₂₀ P ₃₀ K ₃₀ + в рядки при посеве N ₁₀ P ₁₅	25,3	2,7	11,9
Под предпосевную обработку N ₁₀ P ₁₅ K ₂₀ + в рядки при посеве N ₁₀ P ₁₅ + в подкормку весной N ₁₀ P ₁₅ K ₁₀	25,3	2,7	11,9
Под предпосевную обработку N ₃₀ P ₄₅ K ₃₀ + в рядки при посеве N ₁₀ P ₁₅	26,7	4,1	18,1
Под предпосевную обработку N ₃₀ P ₄₅ K ₃₀ + в рядки при посеве N ₁₀ P ₁₅ + в подкормку весной N ₁₀ P ₁₅ K ₁₀	26,5	3,9	17,3

на 1,9, N₃₀P₄₅ — на 3,5, а N₃₀P₄₅K₃₀ — на 4,0 ц/га, при урожае на контроле, равном 23,0 ц/га.

После гороха на черноземных и темно-серых лесных почвах норму внесения азота уменьшают до 20 кг/га. В то же время на черноземах, где под предшествующие культуры органические удобрения не вносили, дозу фосфорных увеличивают до 40—45 кг/га. После чистых и занятых многолетними травами паров на черноземах вносят только фосфорно-калийные удобрения, от 30—40 до 50—60 кг/га. На засоленных почвах вносить калийные удобрения не рекомендуется. Нормы внесения удобрений на эродированных землях следует увеличивать на 25—30 %.

При ограниченном количестве минеральных удобрений следует вносить их во время посева в рядки. По данным А. М. Вышинского и С. Г. Арцукевич (1968), внесение по 10 кг/га NPK в рядки при посеве без основного удобрения обеспечивает на черноземах прибавку урожая зерна озимой пшеницы от 1,7 до 2,9 ц/га, а на оподзоленных и темно-серых лесных оподзоленных почвах — в среднем 2,0 ц/га. На черноземах по чистым парам после многолетних трав и зернобобовых культур в рядки вносят суперфосфат в дозе 10—15 кг действующего вещества на гектар. По непаровым предшественникам, кроме фосфора, вносят при посеве по 10 кг/га азота и калия или смесь азота с фосфором. Если поверхностный слой почвы во время посева недостаточно увлажнен, то вносить удобрения в рядки не следует, так как это вызывает задержку появления всходов и может снизить урожай.

На фоне полной дозы основного удобрения эффективность удобрений в рядки резко снижается, практически теряет свое значение (табл. 15).

Из данных, приведенных в табл. 15, также видно, что перенесение части удобрений из основного в рядки или в рядки и в подкормку весной, как и дополнительное (сверх основного) внесение удобрений, в данной подзоне оказалось неэффективным или вело к снижению урожая.

На неудобренных и недостаточно удобренных площадях посева озимых для улучшения условий питания растения подкармливают минеральными удобрениями. Виды удобрений, дозы и время их внесения при подкормке зависят от типа почв, предшественников, удобренности поля и состояния посевов.

Раннеосеннюю подкормку посевов проводят в начале их кущения, при достаточном увлажнении почвы. После непаровых предшественников вносят фосфорно-калийные удобрения по 20 кг/га действующего вещества, что способствует созданию лучших условий для перезимовки озимых.

Нередко вместо ранневесенней в конце вегетации растений в восточной подзоне проводят позднеосеннюю подкормку. По эффективности она не уступает

Таблица 16

Урожай озимой пшеницы после вико-овсяной смеси на сено
в зависимости от сроков подкормки, в среднем за 1964—1966 гг., ц/га

Доза удобрений, кг/га, и сроки проведения подкормки	Урожай	Прибавка
Без удобрений (контроль)	26,7	—
Ранневесенняя подкормка N ₃₀	29,9	3,2
Позднеосенняя подкормка N ₃₀	30,5	3,8

пает ранневесенней. Это подтверждается данными УНИИРСиГ им. В. Я. Юрьева, полученными на мощном слабовыщелоченном черноземе (Бука, 1969а, табл. 16).

Хорошо реагирует на весеннюю подкормку азотом озимая пшеница «мировская-808» при посеве после непаровых предшественников. Для этого сорта дозу азота во время весенней подкормки повышают по сравнению с фосфором и калием на 40—50%, что способствует не только повышению урожайности, но и существенному улучшению технологических качеств зерна.

Кукуруза. При размещении кукурузы в севообороте после предшественников, под которые не вносили удобрений, в восточной и центральной подзонах под нее вносят навоз в дозе 15—20 т/га, а на дерново-подзолистых почвах западной подзоны — до 30 т/га.

В опытах УНИИЗ внесение под кукурузу на серых лесных оподзоленных почвах 20 т/га навоза в среднем за семь лет привело к прибавке урожая зерна на 12,6 ц/га, при урожае на контроле 31,7 ц/га. Внесение навоза непосредственно под кукурузу на черноземных почвах повышает урожай зерна на 5—7 ц/га.

Кукуруза хорошо отзывается на органические удобрения, внесенные под предшествующую культуру. На бывшей Харьковской опытной станции (Рожественский, 1948) внесение под озимую пшеницу 20 т/га навоза повысило урожай следующей за ней кукурузы на 6,3 ц/га, при урожае на контроле (без удобрений) 31,7 ц/га. Однако наивысшие урожаи кукуруза дает лишь при сочетании органических и минеральных удобрений, и на кислых почвах, кроме того, при известковании.

В табл. 17 приведены урожаи кукурузы в зависимости от применения удобрений в целом по зоне лесостепи.

Эффективность удобрений, внесенных под кукурузу, зависит и от предшественника (табл. 18). Из данных табл. 18 видно, что внесение удобрений под кукурузу «ВИР-25» после ячменя и свеклы, а под гибрид «Харьковский

Таблица 17

Влияние полного минерального удобрения на урожай зерна кукурузы (Лазурский, Лебединская, 1968)

Удобрения (фон)	Число опытов	Доза стандартных туков, ц/га	Урожай по фону, ц/га	Прибавки урожая от минеральных удобрений	
				ц/га	ц на 1 ц стандартных туков
NPK 30—60 кг/га					
Без навоза	155	5,73	42,0	6,6	1,16
Навоз 20—30 т/га	54	6,05	47,4	7,7	1,32
NPK 60—120 кг/га					
Без навоза	129	9,27	44,9	9,9	1,07
Навоз 20—30 т/га	37	10,72	44,8	9,6	0,91

Таблица 18

Влияние предшественников и внесения удобрений на урожай кукурузы на мощном слабо-выщелоченном черноземе в среднем за 1966—1968 гг. (Бука, 1969б)

Предшественники	Внесение под зябь N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅		Без удобрений			
			«ВИР-25»		«Харьковский-10»	
	«ВИР-25» на силос (воздушно- сухая мас- са), ц/га	«Харьков- ский-10» на зерно, ц/га	ц/га	% к удоб- ренному фону	ц/га	% к удоб- ренному фону
Ячмень	98,5	40,1	83,5	84,8	37,2	92,8
Сахарная свекла	97,1	41,6	84,9	87,3	35,7	85,8
Кукуруза на зерно «Буко- винский-3»	88,0	34,7	84,6	96,1	34,0	98,0
Гречиха	94,1	43,1	89,6	95,2	36,2	84,0

10» — после ячменя, гречихи и свеклы вело к заметному росту урожая. Удобрения, внесенные под кукурузу после кукурузы, в годы исследований были неэффективны.

Сахарная свекла. Эта культура использует питательные вещества в течение всего вегетационного периода и в значительно больших количествах, чем другие полевые культуры.

Всесоюзным научно-исследовательским институтом сахарной свеклы и другими научными учреждениями Украины разработана система удобрения сахарной свеклы. Удобрения под свеклу вносят в несколько приемов. Основное удобрение (NPK) в восточной и центральной подзонах лесостепи, а также РК в западной подзоне вносят осенью под глубокую зяблевую вспашку плугами с предплужниками, при этом удобрения заделяются в почву на глубину 15—30 см. В западной подзоне на всех, а в других подзонах на легких по механическому составу почвах азотные удобрения во избежание вымывания вносят весной, под предпосевную обработку почвы, на глубину 8—12 см.

В западной подзоне, особенно в районах, где под сахарную свеклу в весенний период проводят перепашку зяби, навоз, компости и все виды минеральных удобрений (если их не вносили осенью) можно вносить весной, при перепашке. Обязательным агроприемом при выращивании сахарной свеклы является рядковое внесение удобрений весной, во время сева, на глубину 4—6 см. Заметное влияние на урожай сахарной свеклы, особенно при нормальном обеспечении растений влагой, оказывает также подкормка, которую проводят в наиболее ранние сроки (сразу же после прорывки или разборки букетов) на глубину 12—14 см.

Существенное влияние на эффективность удобрений, вносимых под сахарную свеклу, оказывает севооборот. При правильном чередовании культур в звенях с сахарной свеклой (пар — озимь — свекла, многолетние травы — озимь — свекла и т. п.) улучшается обеспеченность растений влагой, благодаря чему повышается не только эффективность удобрений для свеклы, но и их последействие на последующие культуры севооборота.

Около 60—70 % общего количества удобрений вносится под сахарную свеклу в основном удобрений. Самые лучшие результаты дает внесение под свеклу органических удобрений в сочетании с минеральными.

По данным ВНИС (Рождественский и др., 1967), каждая тонна внесенного под свеклу навоза на дерново-подзолистых, серых и темно-серых лесных почвах, на мощных, малогумусных, осололедовых и выщелоченных черноземах в районах с повышенным количеством осадков дает прибавку урожая корней от 2 до 5 ц/га. В менее увлажненных районах на обыкновенных и мощных черноземах тонна навоза дает прибавку урожая корней не более 1—2 ц/га.

Таблица 19

Оплата минеральных удобрений, внесенных под глубокую пахоту в норме 45—60 кг/га, дополнительным урожаем корней сахарной свеклы на разных почвах

Почвы	Дополнительный урожай свеклы, кг на 1 кг питательных веществ		
	N	P	K
Подзолистые	60—100	40—80	20—30
Серые лесные оподзоленные	80—120	20—40	30—50
Оподзоленные и выщелоченные черноземы	60—80	40—60	40—60
Обыкновенные и мощные черноземы	50—70	40—60	20—40
Солонцеватые черноземы	30—50	50—80	0

В восточной и центральной лесостепи при посеве свеклы после озимых по чистым или занятым парам навоз в количестве 15—25 т/га вносят под озимь или непосредственно под сахарную свеклу. На серых лесных и смытых почвах навоз (15—20 т/га) вносят под свеклу независимо от удобренности поля. Под сахарную свеклу после озимых по гороху или бобовым травам, а в западной лесостепи УССР — после всех культур навоз вносят непосредственно под свеклу, причем норма внесения его в районах достаточного увлажнения составляет 20—30 т/га.

Под сахарную свеклу в основном удобрении кроме навоза применяют торфо-навозные и другие компости (15—20 т/га), птичий помет (5—8 ц/га), золу (4—5 ц/га), а также мочу и навозную жижу (3—5 т/га); последние вносят весной, непосредственно перед весенным боронованием или под предпосевную культивацию.

Эффективность минеральных удобрений под сахарную свеклу в большой мере зависит от типа почв и внесения органических удобрений. Действие отдельных питательных веществ на уровень урожая сахарной свеклы на разных почвах не одинаково. Это подтверждают данные И. А. Геллер и др. (1964), приведенные в табл. 19.

На основании обобщения данных стационарных и массовых опытов, а также передовой практики свеклосеяния установлено, что для получения урожая корней сахарной свеклы в неорошаемых условиях примерные нормы минеральных удобрений в основном, рядковом удобрении и в подкормке должны составлять 250—350 ц/га (Рождественский и др., 1967).

При посеве свеклы по безнавозному фону нормы минеральных удобрений увеличивают на 15—20 %. В центральный подзоне с неустойчивым увлажнением в основном удобрение под сахарную свеклу после озими по гороху и бобовым травам норму внесения азота на черноземных почвах увеличивают на 10—15 %, а калия — на 20—30 %; в западной подзоне достаточного увлажнения дозы удобрений на черноземах (за исключением оподзоленных) повышают: азота на 15—20 %, фосфора на 20—30 и калия на 40—50 %. На оподзоленных черноземах западной подзоны нормы основного внесения калия под свеклу после этих предшественников уменьшают на 10—15 %.

При выращивании сахарной свеклы квадратно-гнездовым способом на обыкновенных, мощных среднегумусных и неокультуренных оподзоленных черноземах во избежание снижения сахаристости корней рекомендуется дозы основного внесения фосфора и калия увеличить на 20—25 %. На выщелоченных, оподзоленных и осолоделых черноземах при квадратно-гнездовом способе выращивания свеклы рекомендуется дополнительно к минеральным удобрениям вносить под глубокую пахоту не менее 12—15 т/га навоза.

Для нормального роста и развития сахарной свеклы требуется нейтральная или слабощелочная реакция почвенной среды. Поэтому получение высоких урожаев на кислых и слабокислых почвах возможно лишь при известковании.

Местные удобрения под предпосевную обработку вносят как можно раньше по мерзло-талой почве, с последующими ранневесенним боронованием и культивацией. Перегной или компости в восточной и центральной подзонах вносят в дозе 10—15 $m/га$, а в западной — 15—20 $m/га$. Под перепашку зяби в западной подзоне вносят 20—25 $m/га$ перепревшего или полуперепревшего навоза. Вносить полуперепревший или соломистый набоз под предпосевную обработку не рекомендуется, так как это ведет к снижению качества подготовки почвы, просвежения сева и ухода за посевами, а также к засорению полей сорняками. Хороший эффект дает внесение под предпосевную обработку почвы птичьего помета в дозе 5—8 $ц/га$.

По данным опытных учреждений, удобрения в рядки при посеве свеклы следует вносить во всех зонах лесостепи независимо от норм в основном внесении. Полное рядковое удобрение при выдержанном соотношении в нем основных питательных веществ дает прибавку урожая корней, в зависимости от уровня агротехники и почвенно-климатических условий, от 20 до 40 $ц/га$ и более. Добавление к минеральным органическим удобрениям обуславливает дополнительный рост урожая. Так, по данным Ю. А. Тонкаль (1966а), смесь минеральных удобрений с 30—50 $кг/га$ высущенного и измельченного птичьего помета при рядковом внесении обеспечивает дополнительный урожай корней свеклы, равный 18—20 $ц/га$. Неплохие результаты дает также добавление к минеральным удобрениям торфяной крошки, перегноя и компостов в количестве 30—50 $кг/га$. Добавление органических удобрений дает возможность произвести более качественный высев смеси минеральных удобрений, особенно при внесении в рядки обычного порошковидного суперфосфата и аммиачной селитры.

Чтобы не допустить в месте внесения удобрений в рядки подкисления почв, производят соответствующий подбор форм минеральных удобрений и их нейтрализацию. Порошковидный кислый суперфосфат нейтрализуют сухой золой (5 $кг/га$) или фосфоритной мукой (10—20 $кг/га$).

Для рядкового внесения под свеклу из азотных удобрений наиболее эффективна натриевая селитра; при ее отсутствии можно применять сульфат аммония или аммиачную селитру. Не следует использовать кальциевую селитру, которая сильно увлажняет смесь. Из фосфорных удобрений в рядки не рекомендуется применять фосфатшлак, фосфоритную муку и другие, которые не содержат воднорастворимой фосфорной кислоты. Из калийных удобрений лучшими для рядкового внесения будут сернокислый калий и калимаг, при их отсутствии можно применять хлористый калий или 40%-ную калийную соль, а также кайнит или 30%-ную калийную соль в дозе не более 25—30 $кг/га$ туков.

При отсутствии в хозяйстве азотных и калийных удобрений Ю. А. Тонкаль (1966а) рекомендует вносить в рядки суперфосфат в смеси с высушеным, измельченным и просеянным птичьим пометом (1,5—2,0 $ц/га$), а при отсутствии также суперфосфата — смесь птичьего помета (1,5—2,0 $ц/га$) с золой (1,5—2,0 $ц/га$). На оподзоленных почвах и выщелоченных черноземах при отсутствии минеральных удобрений в рядки можно вносить по 2—3 $ц/га$ сухого, измельченного и просеянного дефеката, что обеспечивает получение дополнительного урожая корней свеклы от 10 до 30 $ц/га$.

Неплохие результаты, особенно в более увлажненных районах лесостепи, дает внесение в рядки таких микроэлементов, как бор и марганец, — прибавки урожая корней достигают 15—22 $ц/га$, а сахаристость их повышается на 0,3—0,5% (Рождественский и др., 1967). Нормы внесения бора (по действующему веществу) на подзолистых почвах — 0,5—0,6 $кг/га$, на дерново-подзолистых — 0,4—0,5 $кг/га$, а на оподзоленных и выщелоченных черноземах — 0,3—0,4 $кг/га$. Марганцевые удобрения вносят на черноземах выщелоченных, осоледелых и солонцеватых, а также на серых лесных почвах в дозе 4—5 $кг/га$ марганца (по действующему веществу).

Подкормку сахарной свеклы проводят как можно раньше — сразу же после ее прорывки, когда в почве еще достаточно влаги; удобрения вносят

на глубину 8—12 см и на расстоянии 10—12 см от растений. Вторую подкормку (в западной увлажненной подзоне) проводят через 10—12 дней на глубину 12—14 см, внося удобрения по центру междурядий. Своевременно и качественно проведенная подкормка обеспечивает получение дополнительного урожая корней в среднем от 14 до 30 ц/га, а в западной подзоне — до 50 ц/га.

Для подкормки рекомендуется использовать следующие формы удобрений: азотные — натриевая, кальциевая и аммиачная селитры, аммиачная вода и аммиакаты; фосфорные — все виды суперфосфата, аммофос и дигидрофосфат аммония; калийные — 30- или 40%-ные смешанные калийные соли, калинит и сильвинит.

Для подкормки следует использовать также и местные удобрения: мочу (1,5—2,0 т/га), навозную жижу (2,0—3,0 т/га) или птичий помет (1—2 ц/га в смеси с минеральными удобрениями или 4—5 ц/га в чистом виде), что дает прибавки урожая корней до 19—33 ц/га.

Жидкие азотные или местные удобрения вносят на глубину 12—15 см, причем в западной подзоне лесостепи, в районах достаточного увлажнения, дозы жидкого азота удобрений в подкормках можно увеличить до 50—90 кг/га (Рождественский и др., 1967).

УДОБРЕНИЕ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР¹

Исследованиями установлено, что во всех зонах под овощные культуры следует вносить полное минеральное удобрение, а наиболее рационально совместное внесение органических и минеральных удобрений (Севастьянова и др., 1969). В табл. 20 приведены данные, полученные в правобережной лесостепи на супесчаном черноземе Киевской овоще-картофельной опытной станции в стационарном опыте, проведенном В. И. Дукой и Н. А. Гущей, В. Б. Севастьяновой и другими исследователями.

Таблица 20

Влияние удобрений на овощные культуры, ц/га, в среднем за 1947—1958 гг.

Норма удобрений	Культуры	Урожай		Прибавка
		без удобрений	с удобрениями	
Навоз 20 т/га + N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅	Огурцы	195	379	184
N ₉₀ P ₁₂₀ K ₉₀	Помидоры	284	488	204
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	Капуста	394	619	225
N ₆₀ P ₆₀ K ₈₀	Картофель	149	280	131

Капуста. На большинстве почв Украины капуста в первую очередь реагирует на азот, а наибольший прирост урожая дает при внесении полного минерального удобрения. На выщелоченном черноземе бывшей Носовской селекционно-опытной станции капуста в первую очередь реагировала на внесение фосфора и калия. Эффективность удобрений на различных станциях лесостепной зоны приведена в табл. 21.

В опытах УНИИОБ на малогумусном выщелоченном черноземе в условиях орошения наибольший урожай капусты по безнавозному фону получен при внесении удвоенной дозы удобрений — N₁₂₀P₁₂₀K₉₀. При одинарных дозах лучшим было внесение N₆₀P₆₀, в то время как добавление калия не увеличивало урожая. Наиболее эффективной дозой минеральных удобрений на навозенном фоне (20 т/га навоза) оказалась доза N₁₂₀P₆₀K₄₅ (Севастьянова, Ходеева, 1968).

¹ Раздел написан Л. Г. Гамовым.

Таблица 21

Влияние минеральных удобрений на урожай капусты

Место проведения опыта и авторы	Почва	Годы опыта	Урожай без удобрения, ц/га	Прибавка урожая, ц/га				Дозы удобрений, кг/га
				P	K	РК	НРК	
Украинский научно-исследовательский институт овощеводства и бахчеводства (УНИИОБ) (Севастьянова, Ходеева, 1968)	Чернозем малогумусный выщелоченный	1964—1966	710	116	72	32	80	$N_{60}P_{60}K_{45}$
Харьковская областная сельскохозяйственная опытная станция (Евтушенко, 1925)	То же	1918—1919	152	145	165	—	190	Нет данных
Б. Носовская государственная селекционно-опытная станция (Тиброва, 1953)	Чернозем выщелоченный	1933—1935	192	82	129	190	278	$N_{60}P_{90}K_{90}$

Совместное внесение органических и минеральных удобрений в лунки при высадке рассады поздней капусты оказалось более эффективным, чем внесение одних минеральных удобрений. Так, в опытах Киевской овощекартофельной опытной станции при внесении под позднюю капусту в лунки 5 т/га перегноя и по 10 кг/га НРК получен урожай 592 ц/га, а при внесении такой же дозы минеральных удобрений, но без перегноя — только 498 ц/га, при урожае без удобрений 433 ц/га (Довідник агронома, 1966).

Помидоры. По данным УНИИОБ, помидоры хорошо реагируют на внесение органических удобрений. Если же органических удобрений недостаточно, то помидоры необходимо размещать после предшественников, под которые вносили навоз.

Минеральные удобрения также значительно повышают урожай помидоров. В трехлетних опытах бывшей Носовской селекционно-опытной станции на выщелоченном черноземе внесение полного минерального удобрения по 60 кг/га действующего вещества дало почти такие же результаты, как и внесение 20 т/га навоза. Наивысший урожай помидоров отмечен при сочетании навоза с минеральными удобрениями.

В опытах УНИИОБ (Рубин, 1959, 1963) изучалась эффективность различных способов внесения удобрений под помидоры (табл. 22). Об эффективности удобрений под помидоры в условиях левобережной лесостепи можно судить по данным опыта УНИИОБ (Севастьянова и др., 1969), проведенного на выщелоченном малогумусном черноземе без орошения (табл. 23). Из таблицы видно, что помидоры в первую очередь реагируют на фосфор и

Таблица 22

Влияние способов внесения удобрений на урожай помидоров в условиях лесостепи без орошения (1960—1961 гг.)

Вариант опыта	Средний урожай, ц/га	Прибавка от удобрений	
		ц/га	%
Без удобрений (контроль)	230	—	—
$N_{10}P_{10}K_{10}$ в лунки	255	25	11
$N_{10}P_{10}K_{10} + 6$ т/га перегноя в лунки	280	50	22
$P_{70}K_{45}$ под зябь и N_{45} под культивацию	274	44	19

Таблица 23

Влияние удобрений на урожай помидоров (1966—1967 гг.)

Вариант опыта	Внесено стандартных туков, ц/га	Товарный урожай, ц/га	Прибавка урожая		Оплата 1 кг НРК урожаем, кг	Денежный доход, руб/га
			ц/га	%		
Без удобрений (контроль)	—	281	—	—	—	—
$N_{45}P_{60}$	5	311	30	10,7	29	—
$N_{45}K_{45}$	3	289	8	2,8	9	—
$P_{60}K_{45}$	4	296	15	5,3	15	—
$N_{45}P_{60}K_{45}$	6	327	46	16,4	30	638
$N_{90}P_{60}K_{45}$	8,5	312	31	11,0	15	—
$N_{45}P_{120}K_{45}$	9	319	38	13,5	19	—
$N_{45}P_{60}K_{90}$	7	327	46	16,4	23	—
$N_{90}P_{120}K_{90}$	12,5	335	54	19,2	18	750

азот, а затем на калий. Лучшие результаты получены при внесении $N_{90}P_{120}K_{90}$ и $N_{45}P_{60}K_{45}$.

Огурцы. Огурцы очень требовательны к содержанию питательных веществ в почве. По данным УНИИОБ (Овочівництво . . ., 1965), огурцы хорошо реагируют на органические удобрения, в частности на навоз. Наилучший эффект дает сочетание органических и минеральных удобрений. По данным бывшей Носовской селекционно-опытной станции, хорошие результаты были получены при внесении 10—20 т навоза на гектар в сочетании с полным минеральным удобрением по 60 кг действующего вещества (табл. 24).

По данным Киевской овоще-картофельной опытной станции, на супесчаном черноземе внесение под огурцы 40 т/га навоза в сочетании с полным минеральным удобрением ($N_{60}P_{90}K_{90}$) повысило урожай на 84 %. Урожай на контрольных делянках составил 195 ц/га.

Значительный прирост урожая на выщелоченном черноземе дает внесение под огурцы только минеральных удобрений. По данным УНИИОБ (Гаранина, 1966), внесение минеральных удобрений из расчета $N_{60}P_{120}K_{90}$ дает повышение урожайности огурцов в среднем за три года на 74 ц/га, или на 30 %, при урожае на контроле 248 ц/га.

Лук. Лук — одна из наиболее требовательных к питательным веществам овощных культур. В табл. 25 приведены прибавки урожая лука, полученные при внесении удобрений под зяблевую вспашку на малогумусном выщелоченном черноземе без орошения в опытах УНИИОБ (Довідник агронома, 1966).

На супесчаном черноземе бывшей Носовской селекционно-опытной станции наивысший урожай лука был получен при внесении 40 т/га навоза; при внесении 20 т/га навоза вместе с минеральными удобрениями урожай лука был значительно ниже. Лучшие результаты были получены при соче-

Таблица 24

Влияние органических и минеральных удобрений на урожай огурцов

Вариант опыта	Урожай, ц/га	Прибавка, %	Вариант опыта	Урожай, ц/га	Прибавка, %
Без удобрений (контроль)	135	—	10 т навоза + P_{60}	221	64
20 т навоза	252	87	10 т » + K_{60}	192	42
(NPK) ₆₀	296	119	10 т » + $N_{60}P_{60}K_{60}$	359	166
10 т навоза + N_{60}	272	101	20 т » + $N_{60}P_{60}K_{60}$	383	184

Таблица 25

Влияние перегноя и минеральных удобрений на урожай лука, выращиваемого из севка, на неорошаемых землях в среднем за 1960, 1962, 1963 гг.

Вариант опыта	Урожай, ц/га	Прибавка, %	Вариант опыта	Урожай, ц/га	Прибавка, %
Без удобрения (контроль)	103	—	Перегной 40 т/га	120	16,5
Перегной 20 т/га	113	11,1	Перегной 10 т/га + N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅	120	16,5

Таблица 26

Влияние удобрений на урожай лука

Вариант опыта	1958 г.		1959 г.		1960 г.	
	урожай, ц/га	прибавка, %	урожай, ц/га	прибавка, %	урожай, ц/га	прибавка, %
Без удобрений (контроль)	106	—	185	—	101	—
Перегной 20 т/га	117	10,0	195	5,4	133	31,3
N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀ под предпосевную культивацию	121	13,9	196	5,7	135	33,4
Перегной 20 т/га + N ₂₀ P ₃₀ K ₃₀ в первую подкормку + P ₃₀ K ₃₀ во вторую подкормку	161	51,9	225	21,8	—	—

тании небольшого количества азота со значительными нормами фосфора и калия — N₃₀P₉₀K₉₀ (Тиброва, 1953).

В опытах Хмельницкой сельскохозяйственной опытной станции на мощном малогумусном черноземе (Довідник агронома, 1936) значительные прибавки урожая лука, выращиваемого из семян, получены при внесении под предпосевную культивацию N₄₅P₆₀K₆₀ и при двух подкормках после первого и второго прореживания (табл. 26).

Картофель. По данным УНИИОБ, картофель хорошо реагирует на внесение органических и минеральных удобрений и высоко оправдывает их стоимость прибавками урожая. На черноземных почвах лесостепи навоз и другие органические удобрения целесообразно вносить под предшествующую культуру (овесную пшеницу), поскольку картофель хорошо использует

Таблица 27

Влияние удобрений на урожай картофеля на черноземных почвах лесостепи в зависимости от места их внесения в севообороте [данные УНИИОБ]

Вариант опыта	Средний урожай за 7 лет, ц/га	Прибавка урожая	
		ц/га	%
Без удобрений (контроль)	154	—	—
Навоз 20 т/га под озимую пшеницу	171	17	11
Навоз 20 т/га под картофель	188	34	22
Навоз 20 т/га под озимую пшеницу + N ₃₀ P ₆₀ K ₃₀ под картофель	207	53	34
Навоз 20 т/га + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ под картофель	207	53	34
Навоз 20 т/га под озимую пшеницу и картофель	201	47	30

зует их последействие. Минеральные же удобрения в этих случаях нужно вносить непосредственно под картофель.

В опытах УНИИОБ, проведенных А. Ф. Илляшенко (Довідник агронома, 1966), распределение удобрений в севообороте, когда навоз в норме 20 т/га вносили под озимую пшеницу, а минеральные удобрения в норме N₃₀P₆₀K₆₀ — непосредственно под картофель, дало наибольший урожай (в среднем за семь лет 207 ц/га), кроме того, повысило урожай предшествующей культуры (озимой пшеницы) на 3,1 ц/га (табл. 27).

Опыты УНИИОБ показали, что при внесении под картофель минеральных удобрений в небольших количествах (N₂₀P₃₀K₃₀) наивысшие прибавки урожая получаются при таком распределении удобрений: N₂₀ — в гнезде при посадке картофеля, P₂₀ — при первой подкормке в фазу всходов, P₁₀K₃₀ при второй подкормке в фазу бутонизации. В среднем за три года прибавка урожая картофеля при таком внесении минеральных удобрений на фоне 20 т/га навоза составила 72 ц/га.

ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ В ОВОЩНЫХ СЕВОБОРОТАХ ЛЕСОСТЕПИ

Основную часть удобрений под овощные культуры необходимо вносить под зяблевую вспашку, а на орошаемых землях допустимо внесение их под весеннюю культивацию. На низинных заливных землях основное удобрение вносится только весной.

Капуста, огурцы и лук хорошо реагируют на органические удобрения. Следовательно, в овощных севооборотах навоз необходимо вносить в первую очередь под эти культуры, причем под лук и раннюю капусту следует вносить перепревший навоз. Минеральные удобрения следует применять преимущественно под ведущие культуры овощного севооборота — капусту, помидоры, огурцы, лук, картофель. Под столовые корнеплоды и бобовые овощные, которые хорошо используют последействие удобрений, минеральные удобрения можно не вносить или вносить только в рядки при посеве.

Экспериментальные данные показывают, что действие удобрений существенно изменяется в зависимости от степени обеспеченности почв питательными веществами. На почвах с высоким содержанием подвижных питательных веществ эффективность удобрений снижается. Таким образом, при определении оптимальных доз удобрений следует обязательно учитывать содержание в почве питательных веществ в каждом поле севооборота, что делается на основании имеющихся в хозяйствах агрохимических картограмм.

ЛИТЕРАТУРА

- Бука А. Я. Рекомендації по вирощуванню високих урожаїв озимих культур у Харківській області. Харків, «Пропор», 1969а.
- Бука А. Я. Влияние предшественников и удобрений на рост, развитие и урожай. — Кукуруза, 1969б, № 8.
- Бука А. Я. О способах внесения минеральных удобрений под озимую пшеницу при посеве ее после кукурузы на силос. — Химия в сельском хозяйстве, т. VIII, № 2, 1970.
- Вакал Л. С. Действие фосфоритной муки на урожай сельскохозяйственных культур на слабовыщелоченных черноземах. — В кн. «Основные итоги научно-исследовательских работ за 1905—1955 гг. Сумская гос. с.-х. опытная станция». Киев — Сумы, Госиздат. с.-х. лит-ры УССР, 1958.
- Вышинський О. М. Органічні добрива. Київ, «Урожай», 1964.
- Вышинский А. М., Арицукевич С. Г. Эффективность минеральных удобрений в связи со способами их внесения. — В кн. «Эффективность и способы применения минеральных удобрений на Украине». Киев, «Урожай», 1968.
- Вышинский А. М., Закиркова М. П. Влияние разных форм азотных удобрений на урожай и качество основных сельскохозяйственных культур. — В кн. «Эффективность и способы применения минеральных удобрений на Украине». Киев, «Урожай», 1968а.
- Вышинский А. М., Закиркова М. П. Влияние разных форм фосфорных удобрений на

- урожай и качество сельскохозяйственных культур. — В кн. «Эффективность и способы применения минеральных удобрений на Украине». Киев, «Урожай», 1968.
- Вышинский А. М., Манилова М. И.* Влияние форм калийных удобрений на урожай и качество картофеля. — В кн. «Эффективность и способы применения минеральных удобрений на Украине». Киев, «Урожай», 1968.
- Гаранина Н. А.* Ефективність застосування органічних та мінеральних добрив під огірки. — Зб. «Картопля, овочеві та баштанні культури», вип. 3. Київ, «Урожай», 1966.
- Геллер І. А., Рождественський І. Г., Тонкаль Ю. А., Бровкіна К. О., Лазурський О. В., Сидоров А. О., Козак Е. І., Кударенко Ф. Ф., Янова Г. М.* Система удобрения в сівозмінах. — В кн. «Наукові основи ведення землеробства і тваринництва в Лісостепу УРСР». Київ, «Урожай», 1964.
- Довідник агронома по удобрению. Київ, «Урожай», 1966.
- Евтушенко М. В.* Отчет о работах отдела за 1919—1925 гг. Харьковская областная сельскохозяйственная опытная станция. Отдел огородничества. Типогр. горкомхоза. Харьков, 1925.
- Колошина І. Л.* Застосування добрив у сівозмінах основних зон Української РСР. Київ, «Урожай», 1964.
- Крупський М. К., Кисіль В. Д., Левенець П. П., Лупіка В. С., Мащенко П. В., Носко Б. С., Тищенко В. М., Трускавецький Р. С.* Рекомендациі по застосуванню добрив в колгоспах и радгоспах Харківської області. Харків, «Пропор», 1968.
- Лазурский А. В., Лебединская В. Н.* Эффективность основного минерального удобрения при внесении под ведущие культуры в Лесостепи Украины. — В кн. «Эффективность и способы применения минеральных удобрений на Украине». Киев, «Урожай», 1968.
- Мединець В. Д.* Інтенсивне використання парів. Харків, «Пропор», 1969.
- Найдін П. Г.* Удобрение зерновых и зернобобовых культур. М., Сельхозгиз, 1963.
- Овочівництво закритого і відкритого ґрунту. За редакцією В. Ф. Рубіна. Друге доповнене і перероблене видання. Київ, «Урожай», 1965.
- Плишко А. А., Момотенко І. А.* Эффективность микроэлементов в разных зонах Украинской ССР. — В кн. «Эффективность и способы применения минеральных удобрений на Украине». Киев, «Урожай», 1968.
- Рождественский Б. Н.* Обзор результатов полевых опытов отдела полеводства Харьковской областной с.-х. опытной станции за 20 лет. Киев — Харьков, Госиздат с.-х. лит-ры УССР, 1948.
- Рождественский И. Г., Геллер И. А., Тонкаль Е. А., Бровкина Е. А., Сидоров А. А., Горная В. Я., Емец Г. М., Кударенко Ф. Ф., Охмакевич В. С.* Применение удобрений под фабричную сахарную свеклу (методические материалы). М., «Колос», 1967.
- Рубін С. С.* Удобрения овочевых культур. Київ — Харків, Держсельгосвидав УРСР, 1940.
- Рубин В. Ф.* Основные результаты опытов по изучению применения удобрений под овощные культуры. Украинский н.-и. ин-т овощеводства и картофеля. Научные труды, т. V. Харьков, 1959.
- Рубин В. Ф., Севастьянова В. В., Балюк Л. Н.* Местное внесение удобрений под помидоры на Украине. — В кн. «Удобрение овощных культур». М., Сельхозгиз, 1963.
- Самбур Г. М., Демиденко І. Г.* Солонцеві ґрунти УРСР та їх поліпшення. Київ. Держсельгосвидав УРСР, 1951.
- Севастьянова В. В., Ткач Л. О.* Ефективність застосування сечовини. — Хімічна промисловість, 1965, № 2.
- Севастьянова В. В., Ходеєва Л. П.* Об удобрении поздней капусты. — Картофель и овощи, 1968, № 3.
- Севастьянова В. В., Ткач Л. О., Ходеєва Л. П.* Деякі наслідки вивчення ефективності добрив при внесенні їх під овочеві культури в Українській РСР. — Зб. «Картопля, овочевіта баштанні культури», ви. 7. Київ, «Урожай», 1969.
- Тиброва М. А.* Результаты опытов по удобрению и агротехнике овощных культур. Новосовская гос. селекционная оп. станция. Сб. научных трудов за 1944—1951 гг. Киев, Госсельхозидат УССР, 1953.
- Тонкаль Ю. А.* Удобрения цукровых буряків. — В кн. «Довідник агронома по удобрению». Київ, «Урожай», 1966а.
- Тонкаль Ю. А.* Застосування добрив у сівозмінах Лісостепу. — В кн. «Довідник агронома по удобрению». Київ, «Урожай», 1966б.
- Удобрения в овощеводстве СССР. М., Сельхозгиз, 1935.
- Холопов В. Д.* Система удобрения. Київ, «Знання», 1969.

АГРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЧЕРНОЗЕМОВ И КАШТАНОВЫХ ПОЧВ СТЕПИ

ЧЕРНОЗЕМЫ ОБЫКНОВЕННЫЕ

Черноземы обычные на Украине занимают северные и центральные районы степи. Они образовались под пологом разнотравно-типчаково-ковыльных растительных ассоциаций в условиях теплого и умеренно засушливого климата. Почвообразующей породой для них повсеместно служит лёсс тяжелосуглинистого и легкоглинистого механического состава. Травянистая растительность, карбонатность почвообразующих пород и благоприятные климатические условия обеспечили накопление в черноземах значительных количеств гумуса (4—5 %), значительную насыщенность их двухвалентными основаниями, особенно кальцием, нейтральную реакцию почвенного раствора и выщелоченность за пределы корнеобитаемого слоя воднорастворимых токсичных для растений солей (хлористого и сернокислого натрия, соды и др.). Все это обуславливает благоприятные для развития культурных растений водно-физические свойства и питательный режим обычных черноземов.

В профиле обычных черноземов выделяются четыре генетических горизонта: гумусо-аккумулятивный (гумусовый), переходный, карбонатно-аккумулятивный, выщелоченный от легкорастворимых солей и гипса; карбонатная, преимущественно гипсоносная порода — лёсс.

По содержанию гумуса в верхних горизонтах, мощности гумусированной части профиля и ряду других признаков черноземы обычные разделяются на средне- и малогумусные мощные и средне- и малогумусные маломощные. Каждый из этих видов образует подзоны, закономерно сменяющие одна другую в юго-восточном и южном направлениях. Эта общая закономерность в географии черноземов обычных нарушается в Донбассе, где в связи с приподнятостью над уровнем моря центральной (кряжевой) его части в пределах подзоны черноземов обычных сформировались черноземы обычные мощные.

Механический состав черноземов, образовавшихся на лёсах в пределах степной зоны Украины, тяжелосуглинистый и легкоглинистый, за исключением молодых лёсовых террас рек, где он пылевато-среднесуглинистый, а на террасах низких уровней — песчано-легкосуглинистый. В составе фракций (табл. 1) преобладает фракция ила ($<0,001 \text{ mm}$) и крупной пыли (0,05—0,1 mm). Первая представлена глинистыми минералами, среди которых значительно место занимают смешаннослоистые минералы, вторая — первичными кварцевыми зернами. Третьей по количеству является фракция тонкой пыли (0,05—0,001 mm). В черноземах, сформировавшихся на лёсовых террасах, большой удельный вес имеет фракция мелкого песка, увеличивается также и фракция крупной пыли.

На склонах крутых балок и речных долин во многих местах обнажаются глины, известняки и массивно-кристаллические породы, на продуктах выветривания которых также сформированы черноземные почвы; механический состав этих черноземов пестрый в связи с неоднородностью самих пород.

Таблица 1

Механический состав черноземов обыкновенных, % [Запорожская область]

Чернозем обыкновенный	Глубина, см	Размер частиц, мм					
		>0,25	0,25— 0,05	0,05— 0,01	0,01— 0,005	0,005— 0,001	<0,001
Малогумусный	5—10	0,2	1,6	27,7	8,2	15,6	46,6
	55—65	0,1	4,7	23,1	11,1	13,4	42,6
	80—85	0,1	9,8	27,3	11,1	10,4	40,6
	110—120	Нет	10,3	27,7	12,3	10,5	38,2
Малогумусный	0—20	»	7,2	32,3	10,5	14,0	33,0
	30—40	»	8,4	33,1	8,6	15,2	32,1
	60—70	»	5,5	30,0	6,8	11,8	30,3
	100—120	»	3,4	26,3	8,6	10,9	31,5
Среднегумусный	0—10	»	12,8	29,2	10,3	15,0	32,6
	50—55	»	16,3	28,3	9,9	11,3	34,2
	68—72	»	15,5	27,4	9,6	12,3	35,2
	160—165	»	12,5	21,9	9,7	22,1	33,9

Тяжелый механический состав черноземов обуславливает богатство их валовым калием, а также в известной мере фосфором и многими микроэлементами.

Черноземы обыкновенные насыщены двухвалентными катионами, среди которых кальций составляет 80 % и более (табл. 2). Высокая насыщенность почвы кальцием обеспечивается преобладанием в почвенном растворе гидрокарбонатов кальция, постоянным резервом для которых являются неглубоко залегающие углекислые соли кальция (горизонт скопления белоглазки 100—120 см, линия вскипания не глубже 40—45 см).

Агрохимические показатели черноземов обыкновенных значительно варьируют в зависимости от механического состава, содержания гумуса, агротехники и т. д.

Азот. Богатство черноземов обыкновенных азотом и степень его подвижности зависят от количества гумуса и его качественного состава. Содержание

Таблица 2

Содержание поглощенных катионов в черноземах обыкновенных, мг-экв на 100 г почвы

Чернозем обыкновенный	Генети- ческий горизонт	Гумус, %	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Сумма
Маломощный	H	3,9	33,7	5,7	0,7	—	40,1
	Hp	2,8	22,8	8,8	0,5	—	32,1
	Pk	2,0	—	—	—	—	—
Мощный	H	6,4	39,9	5,6	0,7	0,6	46,9
	H	5,8	—	—	—	—	—
	Hp	3,0	40,1	5,5	0,8	0,6	47,1
	Pk	2,6	—	—	—	—	—
Маломощный	Pk	1,2	—	—	—	—	—
	H	3,9	33,7	5,7	0,7	—	40,1
	Hp	2,8	22,8	8,8	0,5	—	32,1
	Pk	2,0	—	—	—	—	—

Таблица 3

Содержание общего азота в черноземах обыкновенных малогумусных

Область	Глубина, см	Азот, %	Область	Глубина, см	Азот, %
Днепропетровская	0—10	0,27	Запорожская	0—10	0,21
	30—35	0,15		30—35	0,13
	40—45	0,09		50—55	0,09
	60—65	0,09		0—10	0,26
Запорожская	5—10	0,24	Одесская	35—40	0,25
	30—40	0,22		55—60	0,15
	50—60	0,16			

гумуса варьирует в довольно широких пределах и определяется в основном механическим составом. В почвах более тяжелого механического состава количество гумуса, как правило, выше.

Характерной особенностью качественного состава гумуса данных почв является преобладание гуминовых кислот над фульвокислотами. В легкоглинистых и тяжелосуглинистых черноземах отношение $C_{\text{ГК}}$ к $C_{\text{ФК}}$ составляет 3,4—4,7; в почвах более легкого механического состава оно снижается до 2,0—2,7 (Годлин, Сонько, 1970). Большое количество гуминовых кислот в гумусе обыкновенных черноземов обуславливает и высокое содержание в них азота (табл. 3).

В процессе сельскохозяйственного использования черноземов обыкновенных без внесения удобрений содержание гумуса и азота в пахотном слое заметно снижается.

При благоприятных для развития микроорганизмов условиях увлажнения, температуры и аэрации в черноземах обыкновенных образуется значительное количество нитратов, особенно в верхних, биологически активных горизонтах (табл. 4). Наибольшее количество нитратов накапливается в пару, особенно в осенний период. По данным Е. Н. Шустовой (1960), содержание NO_3 в пару было следующим (в мг на 100 г почвы):

Май	Июнь	Август
25,5	62,4	124,5

Под сельскохозяйственными культурами в периоды наиболее активного роста и формирования урожая количество нитратов обычно составляет минимальную величину, а после уборки культур отмечается их интенсивное накопление, продолжающееся до конца лета. Заметное влияние на содержание нитратов оказывают минеральные и органические удобрения (табл. 5, 6).

Таблица 4

Нитрификационная способность чернозема обыкновенного, мг NO_3 на 1 кг почвы [Носальский, 1969]

Глубина, см	1964 г.		1966 г.	
	до компостиро-вания	после компости-рования	до компости-рования	после компости-рования
0—20	42,0	94,0	35,5	85,1
25—40	37,7	73,1	39,7	40,1
40—60	21,8	46,0	5,4	10,1
0—40	168,6	358,3	156,7	276,7

Таблица 5

**Содержание нитратов в черноземе обыкновенном Эрастовского опытного поля, 1965 г.,
мг NO_3 на 1 кг почвы [Носальский, 1969]**

Вариант опыта	Глубина, см	Апрель	Июнь	Август
Без удобрений	0—20	15,4	10,8	39,9
	25—40	16,3	15,7	22,4
	40—60	26,1	44,0	19,3
Навоз 60 м ³ /га	0—20	16,3	11,0	56,0
	25—40	23,2	30,7	24,0
	40—60	11,2	51,0	41,6
Навоз 60 м ³ /га + N ₁₈₀ K ₂₄₀	0—20	15,0	11,3	57,6
	25—40	29,5	19,0	27,4
	40—60	41,7	19,9	14,6

Таблица 6

Влияние удобрений на содержание гидролизуемого азота по Тюрину — Кононовой [Усенко, Дудченко, 1966]

Вариант опыта	Азот, мг/кг	Вариант опыта	Азот, мг/кг
Без удобрений	127	Навоз 40 м ³ /га + N ₁₂₀ P ₁₈₀ K ₁₅₀	139
Навоз 40 м ³ /га	134	Навоз 80 м ³ /га + N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₈₀	144

Фосфор. В обычных черноземах фосфатный режим сравнительно благоприятен для растений, что обусловлено как высоким общим содержанием P_2O_5 , так и его групповым и фракционным составом.

Черноземы обычные содержат, как правило, 120—130 мг валового фосфора на 100 г почвы. Максимальное его количество приходится на верхние горизонты, минимальное (90—100 мг на 100 г почвы) — на материнскую породу.

В пределах данного подтипа черноземов содержание валового фосфора находится в прямой зависимости от механического состава и количества гумуса: чем тяжелее механический состав и чем больше в почве гумуса, тем выше количество валового фосфора.

Минеральные фосфаты представлены в основном фосфатами кальция и полуторных окислов. Обычно в верхних более гумусированных горизонтах их примерно равное количество (30—35 мг на 100 г почвы). В менее гумусированных переходных горизонтах и в материнской породе преобладают фосфаты кальция (табл. 7).

Наибольшее процентное содержание нерастворимых форм фосфора отмечается в нижних горизонтах и в материнской породе, хотя абсолютное содержание фосфатов этих фракций убывает сверху вниз. Химический состав нерастворимых фосфатов установлен еще не полностью. Предполагается, что это в основном минералы типа гидроксилапатита, кристаллы которых вкраплены в породу.

Для черноземов обычных характерно наличие значительных количеств подвижных фосфатов. Так, содержание уксуснорастворимых форм, которые более всего доступны растениям, в пахотном слое достигает 14—21 мг на 100 г почвы. Наибольшее количество этих фосфатов приходится на верхние горизонты, убывая с глубиной (табл. 8).

Таблица 7

Состав фосфатов в черноземе обыкновенном, мг на 100 г почвы [Токмакский район Запорожской области]

Глубина, см	Валовой фосфор	Fe-фосфаты			Al-фосфаты		Са-фосфаты	Нерастворимые фосфаты
		активные	восстановленно-растворимые	окклюдируемые	активные	окклюдируемые		
0—10	133,0	7,2	16,0	7,1	3,1	2,7	30,4	43,3
30—35	126,1	6,8	15,8	8,1	2,2	3,0	28,6	33,4
50—55	122,0	7,0	16,3	7,4	1,4	2,9	35,2	35,3
68—73	110,8	2,3	21,0	4,5	0,9	1,3	41,5	36,3
100—105	—	1,2	14,6	6,6	0,5	1,3	49,0	30,0
150—155	86,2	1,3	15,6	4,1	0,6	1,4	55,5	21,0

Таблица 8

Групповой состав фосфатов [по Чирикову] в черноземе обыкновенном, мг Р₂O₅ на 100 г почвы [Кривоносова, 1963]

Глубина, см	0,5 н. СН ₃ СООН-вытяжка	0,5 н. HCl-вытяжка	5% ₀ -ная Н ₄ ОН-вытяжка	Нерастворимые фосфаты
0—10	18,6	17,4	54,8	49,5
25—30	16,2	18,6	50,3	46,3
35—40	13,4	15,2	40,4	55,0
43—48	13,4	11,4	32,6	56,1

Систематическое применение удобрений приводит к изменению фосфатного режима. Происходит изменение соотношения между фосфатами железа, алюминия и кальция, так как фосфор, внесенный в почву, неравномерно распределяется по фракциям. В первую очередь он переходит в фосфаты алюминия, в меньшей мере — в фосфаты железа и кальция (табл. 9).

Перераспределение фосфора удобрений по фракциям влияет и на изменение содержания подвижных фосфатов. Об этом свидетельствуют данные

Таблица 9

Изменение форм фосфора под влиянием органических и минеральных удобрений, мг на 100 г почвы [Носальский, 1969]

Вариант опыта	Глубина, см	Активные			Окклюдируемые			Всего
		Al-фосфаты	Fe-фосфаты	Са-фосфаты	восстановленно-растворимые	Al-фосфаты	Fe-фосфаты	
Без удобрений	0—20	3,7	0,8	25,0	29,5	10,5	2,9	2,3
	25—40	2,5	0,9	24,4	27,8	11,9	3,1	2,2
Навоз 60 т + + N ₁₈₀ P ₂₇₀ K ₁₈₀	0—20	8,4	1,2	27,6	37,2	14,2	3,8	3,2
	25—40	3,2	1,0	24,3	28,5	15,6	3,7	3,2
Накопление в пахотном слое в подпахотном слое	—	—	—	—	7,7	—	—	5,5
	—	—	—	—	0,7	—	—	5,3

Таблица 10

Влияние удобрений на содержание подвижной P_2O_5 в черноземе обыкновенном, мг на 100 г почвы

Вариант опыта	По методу Чирикова			По методу Эгнера—Рима		
	n	P_2O_5	$M \pm m$	n	P_2O_5	$M \pm m$
Без удобрений	11	8,1—9,7	$8,9 \pm 0,1$	11	1,35—1,61	$1,51 \pm 0,02$
Навоз	11	8,6—10,2	$9,1 \pm 0,1$	11	1,68—2,42	$1,96 \pm 0,07$
Навоз + NPK	11	10,5—13,5	$11,9 \pm 0,3$	11	3,34—4,91	$3,98 \pm 0,17$
Навоз + PK	11	10,0—12,4	$11,0 \pm 0,2$	11	2,81—4,36	$3,54 \pm 0,14$
Навоз + NK	11	8,5—10,8	$9,5 \pm 0,2$	11	1,97—2,79	$2,33 \pm 0,10$
Навоз + NP	11	9,7—12,9	$11,5 \pm 0,3$	11	2,86—5,03	$3,63 \pm 0,21$

табл. 10, полученные для чернозема обыкновенного в стационарном опыте с удобрениями на Эрастовской опытной станции (Крупський и др., 1969).

Калий. Содержание подвижного калия, определенного по методу Масловой, в пахотном слое чернозема обыкновенного составляет 25,1 мг, в подпахотном — 21,8 мг на 100 г почвы. Вниз по профилю оно падает до 15—17 мг на 100 г почвы.

Количество обменного калия в пахотном слое значительно ниже (4—5 мг на 100 г почвы). Применение навоза и минеральных удобрений способствует увеличению количества K_2O в пахотном слое до 29,8 мг, а обменного до 5,1 мг на 100 г почвы (Носальский, 1969). На протяжении вегетации содержание K_2O изменяется незначительно.

ЧЕРНОЗЕМЫ ЮЖНЫЕ

Для черноземов южных характерна небольшая мощность гумусированного горизонта (65—70 см), который языками переходит в материнскую почву. Карбонатные выделения, имеющие форму белоглазки, обнаруживаются на глубине 60—65 см. Черноземы южные, как правило, залегают на лёссовых породах, характерной особенностью которых является засоленность воднорастворимыми солями и гипсом на глубине 2—3 м. В составе солей преобладают сульфаты и хлориды натрия.

По механическому составу эти почвы тяжелосуглинисты (табл. 11). Отмечается слабая дифференциация илистых фракций по профилю, что со-

Таблица 11

Механический состав чернозема южного, %. Снигиревский район Николаевской области.

Глубина, см	Размер частиц, мм					
	1—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001
0—10	0,1	2,3	41,5	9,0	10,9	35,5
20—25	Нет	3,1	40,2	9,2	19,9	36,6
25—30	0,1	7,5	36,9	6,8	11,2	37,8
30—40	0,1	0,6	40,7	7,0	8,8	47,9
60—65	Нет	Нет	45,2	8,8	7,2	39,1
65—70	»	11,5	37,6	7,0	6,9	37,1
80—85	0,1	11,0	31,9	8,9	8,8	33,1
105—110	0,1	10,3	23,6	7,3	6,0	35,5
140—145	0,1	9,3	32,4	8,2	5,3	35,0
200—210	0,2	5,1	38,6	6,7	8,9	32,6

Таблица 12

Содержание гумуса и состав поглощенных катионов в черноземе южном Николаевской области

Глубина, см	Гумус, %	мг-экв на 100 г почвы						Глубина, см	Гумус, %	мг-экв на 100 г почвы					
		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Сумма	Ca ⁺⁺			Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Сумма		
0—10	3,5	26,5	6,5	1,1	0,7	34,8	40—45	1,9	24,9	3,4	0,5	0,2	29,0		
20—25	2,9	25,2	4,1	0,8	0,3	30,4	60—65	1,1	24,1	3,0	0,5	0,3	27,9		

здаст на глубине 30—50 см некоторую уплотненность и слитость. В связи с этим переходный горизонт обладает сравнительно плохими водно-физическими свойствами, низкой фильтрационной способностью и во многом напоминает солонцеватый горизонт. Но эта солонцеватость обнаруживается только морфологически, а не химически, так как поглощенного натрия в них немного (табл. 12). Среди поглощенных катионов кальций составляет 70—80 %. Необходимо отметить, что для поглощающего комплекса черноземов южных характерно наличие значительного количества магния.

По содержанию гумуса черноземы южные подразделяются на малогумусные (3—4 %) и слабогумусированные (меньше 3 %). Малое количество гумуса в этих почвах объясняется сильной минерализацией органических остатков в период с благоприятной влажностью и высокими летними температурами.

По структуре южные черноземы мало отличаются от обыкновенных, но прочность их агрегатов несколько понижена вследствие меньшего содержания гумуса и большего количества поглощенного натрия и магния.

Близкая к нейтральной реакция почвенного раствора, удовлетворительные физические свойства, значительные количества азота, фосфора и калия в доступных для растений формах обусловливают высокое плодородие южных черноземов.

Азот. Несмотря на то что южные черноземы содержат пониженное количество гумуса по сравнению с почвами лесостепи, по запасам общего азота

Таблица 13

Содержание общего азота в черноземах южных

Место закладки разреза	Глубина, см	Азот, %	Место закладки разреза	Глубина, см	Азот, %
Запорожская обл.	0—10	0,18	Днепропетровская обл.*	0—10	0,23
	25—30	0,16		10—20	0,22
	48—53	0,11		20—50	0,15
Одесская обл.	0—10	0,17	Днепропетровская обл.*	50—75	0,08
	30—35	0,11		75—100	0,06
	45—50	0,08		0—10	0,28
Запорожская обл.	60—65	0,07	Днепропетровская обл.*	20—30	0,28
	0—10	0,17		30—50	0,19
	25—35	0,16		50—80	0,08
Аскания-Нова (заповедная степь)	45—55	0,13		80—100	0,06
	60—70	0,10			
	0—8	0,30			
	15—20	0,18			
	25—30	0,15			
	35—40	0,12			
	45—50	0,12			

* Данные Азизова, 1962.

Таблица 14

Количество NO_3 в черноземах южных на черном пару, мг/кг почвы
(Брокерт, 1926)

Глубина, см	7.IV	8.V	8.VI	27.VII	2.IX
0—20	12,1	17,0	18,6	23,0	30,1
20—35	3,8	7,1	13,0	13,3	15,9
35—50	1,3	1,1	2,3	2,4	3,8

Таблица 15

Количество NO_3 в черноземах южных, занятых яровой пшеницей, мг/кг почвы
(Брокерт, 1926)

Глубина, см	7.IV	8.V	27.VII после уборки	2.IX вспашка зябьи	8.XI
0—20	18,1	11,8	5,1	7,7	2,2
20—35	7,2	5,6	9,3	4,5	4,2
35—40	1,1	0,8	1,7	3,2	0,8

они фактически не уступают последним (табл. 13). Это объясняется преобладанием гуминовых кислот над фульвокислотами, а также высоким содержанием азота в гумусе, достигающим 5,8—7,3% (Азизов, 1962). Общий запас азота в метровом слое этих почв составляет 17—18 т/га.

Черноземы южные отличаются невысокой нитрификационной способностью, что является следствием засушливого климата, приводящего к снижению микробиологической активности почв. За 10 дней компостирования южные черноземы накапливают в верхнем горизонте 16—18 мг нитратов на 1 кг почвы, в подпахотном — около 8 мг/кг (Вернандер, 1946). Количество нитратного азота сильно колеблется в зависимости от уровня агротехники, культурного состояния полей, влажности, времени взятия образцов, возделываемой культуры и т. д., о чем свидетельствуют данные табл. 14 и 15.

Содержание легкогидролизуемого азота в верхних горизонтах южных черноземов около 70 мг/кг почвы. Изменение содержания легкогидролизуемого азота на протяжении вегетации под сельскохозяйственными культурами аналогично изменению нитратного азота, т. е. весной и в начале лета отмечается наибольшее его количество, к концу лета оно постепенно снижается вследствие затухания микробиологической деятельности, а также поглощения азота растениями (табл. 16).

Фосфор. Для южных черноземов характерно значительное содержание валового фосфора по всему профилю, без видимой дифференциации по генетическим горизонтам. Верхние, наиболее гумусированные горизонты со-

Таблица 16

Динамика легкогидролизуемого азота в пахотном слое чернозема южного, мг/кг почвы
(Раевская, Ронсалль, Новицкий, 1966)

Дата	N	Дата	N	Дата	N
1.VI	112	11.VII	79	11.VIII	100
11.VI	102	21.VII	95	21.VIII	54
20.VI	107	1.VIII	64	21.IX	68
1.VII	109				

Таблица 17

Фракционный состав фосфатов в черноземах южных, мг Р₂O₅ на 100 г почвы. Бердянский район Запорожской области (Кисель, Кривоносова, 1966)

Глубина, см	Валовой фосфор	Са-фосфаты	Fe-фосфаты				Al-фосфаты	
			активные	восстановленно-растворимые	окклюдируемые	сумма	активные	окклюдируемые
0—10	128,8	32,6	4,8	20,0	2,8	27,6	5,3	2,7
25—30	122,3	37,2	3,4	24,1	2,4	29,9	5,2	2,1
45—50	110,5	34,6	2,0	23,0	2,3	27,3	4,1	2,2
60—70	110,0	30,6	1,3	23,0	1,5	26,3	4,2	5,1
90—100	95,2	51,5	0,9	22,8	1,3	25,0	1,6	4,1
140—160	98,4	65,9	0,0	16,4	1,7	18,1	1,6	4,3

держат, как правило, 120—140 мг Р₂O₅ на 100 г почвы, с глубиной отмечается постепенное заметное уменьшение его количества, с минимумом в материнской породе.

Преобладающей формой фосфорных соединений в южных черноземах являются фосфаты кальция. Наибольшее их содержание приходится на переходные карбонатные горизонты и на материнскую породу. В верхней части профиля их количество уменьшается, иногда в 1,5—2 раза (табл. 17).

Количество активных фосфатов железа гораздо меньше, чем фосфатов кальция, причем распределяются они по профилю иначе: максимум приходится на верхние, наиболее гумусированные горизонты, что говорит о их биогенном происхождении.

Значительная часть фосфатов железа приходится на долю восстановленно-растворимых форм, которые в обычных условиях увлажнения с преобладанием окислительных процессов мало подвижны и, очевидно, играют незначительную роль в питании растений.

В южных черноземах отмечается большое содержание фосфатов алюминия, с глубиной оно уменьшается. Количество фосфатов кальция и активных форм фосфатов железа и алюминия меняется на протяжении вегетации (табл. 18). Основным фактором их динамики является влажность почвы. Однако и в почве с низкой влажностью содержание фосфатов также значительно меняется, что обусловливается, по всей вероятности, влиянием температуры, растений и микробиологическим фактором.

Для данных почв характерна высокая обеспеченность подвижными фосфатами. В пахотном слое содержание уксуснокислораворимых фосфатов достигает 17 мг на 100 г почвы (табл. 19), в подпахотном слое количество подвижных фосфатов несколько снижается.

Таблица 18

Динамика форм фосфатов в черноземе южном Николаевской области, мг Р₂O₅ на 100 г почвы (Кисель, Кривоносова, 1966)

Глубина, см	Al-фосфаты			Fe-фосфаты			Са-фосфаты		
	13.V	5.VII	15.VIII	13.V	5.VII	15.VIII	13.V	5.VII	15.VIII
5—10	9,5	9,0	6,0	6,1	10,5	14,1	28,5	24,5	20,0
20—25	7,5	7,2	2,5	5,6	9,8	12,0	27,5	23,8	22,7
40—45	2,0	3,1	1,7	3,8	5,5	12,2	30,0	24,5	23,7

Таблица 19

Групповой состав фосфатов в черноземе южном, мг Р₂O₅ на 100 г почвы (Кривоносова, 1968)

Глубина, см	Валовый фосфор	0,5 н. СН ₃ COON-вытяжка	0,5 н. HCl-вытяжка	5%-ная NH ₄ OH-вытяжка	Нерастворимые фосфаты
0—10	136,9	16,8	11,5	50,0	55,7
30—35	135,3	12,0	12,5	43,6	68,2
45—50	125,4	11,0	11,0	29,8	72,0

Черноземы южные содержат довольно много органофосфатов. Обычно в этих почвах их величина составляет 35—50% от валового. Органофосфаты являются ближайшим резервом питания растений, так как постоянно минерализуются.

На протяжении вегетации количество подвижных фосфатов не остается постоянным. Чаще всего в условиях типичного для юга Украины по осадкам года в черноземах южных более высок уровень подвижных фосфатов в летний период по сравнению с весенним и осенним.

Калий. Южные черноземы сформировались на одной из самых богатых калием материнских пород — лёссе, что в значительной степени обусловило богатство этих почв калием, поэтому их калийному режиму до настоящего времени уделяли очень мало внимания.

По данным Николаевской и Херсонской зональных агрохимлабораторий за 1968 г., содержание подвижного калия в южных черноземах довольно высокое — 18—33 мг на 100 г почвы. Примерно такие же цифры приводятся в работе С. С. Раевской, Г. А. Ронсала, Е. В. Новицкого (1966). По их данным, количество калия (по Бровкиной) составляет в южных черноземах 18—30 мг на 100 г почвы. Причем в подпахотном слое подвижного калия, как правило, примерно в 2 раза больше, чем в пахотном.

Вероятно, подобное распределение калия в профиле южных черноземов обусловлено более тяжелым механическим составом нижних горизонтов, имеющих признаки остаточной солонцеватости. По данным Э. Д. Рассела (1955), наибольшее количество подвижного, доступного растениям калия связано с илистой фракцией почв. А. Л. Маслова (1938) также пришла к выводу, что естественное плодородие почв в отношении калия определяется величиной фракции менее 0,001 мм.

Как видно из табл. 20, в пахотном слое почвы за вегетацию происходит значительное изменение содержания подвижного калия, количество его уменьшается к концу вегетационного периода примерно в 2 раза.

Таблица 20

Динамика подвижных соединений калия в черноземе южном Николаевской области, мг К₂O на 100 г почвы (Раевская, Ронсаль, Новицкий, 1966)

Глубина, см	11. VI	21. VI	1. VII	21. VII	2. IX
0—10	21,0	18,3	23,9	12,6	13,0
15—25	21,5	21,5	22,4	12,5	10,0
35—45	45,1	44,4	44,3	43,0	42,2

ТЕМНО-КАШТАНОВЫЕ, КАШТАНОВЫЕ ПОЧВЫ И СОЛОНЦЫ

Зона темно-каштановых и каштановых почв отличается от других зон степи Украины наибольшими температурами, малым количеством осадков и частыми сухими ветрами, пыльными бурями. Засушливый климат, засоленность почвообразующих пород и незначительная дренированность поверхности обусловили формирование здесь темно-каштановых и каштановых солонцеватых почв, местами в комплексе с солонцами. Профиль этих почв характеризуется наличием гумусово-элювиального, гумусово-иллювиального, карбонатно-иллювиального и гипсового горизонтов. В темно-каштановых почвах повышенное содержание илистых частиц отмечается на глубине 30—50 см (табл. 21). Содержание гумуса редко превышает 3%, а мощность гумусированного профиля достигает 40—50 см. Воднорасторимые соли и гипс встречаются с глубины 70—120 см.

Физико-химические свойства темно-каштановых и каштановых почв (табл. 22) характеризуются узким отношением поглощенного кальция и магния и небольшим содержанием поглощенного натрия в верхних горизонтах.

В зоне каштановых почв значительно распространены солонцы, которые, как правило, не образуют сплошных массивов, а залегают отдельными пятнами среди зональных почв. Основным морфологическим признаком солонцов является наличие резко выраженных элювиального и иллювиального

Таблица 21

Механический состав темно-каштановой почвы из Аскания-Нова, Херсонская область, %

Глубина, см	Размер частиц, мм					
	1—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001
0—10	0,3	4,5	39,1	11,2	12,3	32,8
30—35	0,1	3,6	38,0	9,4	12,3	36,6
55—60	0,1	2,2	38,1	9,6	11,7	36,2
75—80	0,1	0,6	34,0	7,4	9,7	32,0
95—100	0,1	2,0	32,1	8,7	8,6	31,1

Таблица 22

Физико-химические свойства темно-каштановых, каштановых почв и солонцов, Херсонская область

Почва	Глубина, см	рН	Гумус, %	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Сумма
				мг-экв/100 г почвы				
Темно-каштановая слабосолонцеватая	0—10	7,45	2,9	21,3	6,3	1,3	1,6	30,5
	30—35	7,97	2,1	22,4	9,0	0,9	0,7	32,7
	40—45	7,90	1,4	20,7	5,2	0,7	0,6	27,1
	55—60	7,87	0,9	—	—	—	—	—
Темно-каштановая среднесолонцеватая	0—20	6,60	2,1	20,5	7,9	—	—	28,3
	20—30	6,60	2,0	19,8	7,6	—	—	27,1
	30—40	6,60	1,8	21,0	5,8	—	—	26,8
Каштановая среднесолонцеватая	0—20	—	2,4	17,9	7,8	—	—	25,7
	20—30	—	2,2	19,5	10,5	—	—	30,0
	30—40	—	1,8	—	—	—	—	—
	50—60	—	1,4	—	—	—	—	—
Солонец степной	0—20	—	2,0	18,6	8,1	0,4	—	27,1
	22—32	—	1,9	20,4	9,6	0,0	—	30,0
	40—50	—	1,2	—	—	—	—	—

Таблица 23

Содержание общего азота

Почва и место закладки разреза	Глубина, см	Общий азот, %	Почва и место закладки разреза	Глубина, см	Общий азот, %
Темно-каштановая среднесолонцеватая, Одесская обл.	0—10 35—40 55—60	0,11 0,08 0,07	Каштановая среднесолонцеватая, Чаплинский р-н Херсонской обл.	0—10 22—27 35—40	0,15 0,13 0,11
Темно-каштановая слабосолонцеватая Аскания-Нова	1—8 13—18 25—30 35—40 50—55 60—65	0,18 0,16 0,16 0,14 0,08 0,09	Херсонской обл. Солонец столбчатый целинный, Чаплинский р-н Херсонской обл.	60—65 0—10 15—20 22—27 35—40 45—50	0,04 0,11 0,07 0,08 0,07 0,05

горизонтов. Верхний горизонт сравнительно обеднен илистой фракцией, но обогащен аморфной SiO_2 , которая придает ему белесый оттенок. Иллювиальный горизонт очень плотный, слитый, ожелезненный.

Характерной особенностью солонцов каштановой зоны является низкое содержание поглощенного натрия в верхних горизонтах при больших количествах солей натрия в нижней части профиля. В условиях непроточных водного режима эти соли не вызывают засоления верхних горизонтов, но вместе с тем они оказывают существенное влияние на сезонную динамику ионов натрия в почвенном растворе и обуславливают формирование в них морфологически резко выраженного элювиального и иллювиального горизонтов.

Важными проблемами земледелия зоны является борьба с засухой, пыльными бурями и солонцеватостью почв. Последняя является одним из основных факторов, обуславливающих неблагоприятные для сельскохозяйственных культур водо-физические свойства: распыленность верхних горизонтов, снижение водостойкости структуры, понижение влагоемкости, уплотненность иллювиального горизонта и т. д. В то же время почвы каштановой зоны относительно плодородны, имеют довольно высокие запасы фосфора, калия и микрэлементов.

Азот. Темно-каштановые, каштановые почвы и солонцы содержат в пахотном слое значительные количества общего азота (табл. 23), что является следствием малой подвижности гумуса, отсутствия вымывания нитратов из-за малого количества осадков, поглощения аммиачных форм азота минеральной частью почв. Последний фактор имеет немаловажное значение, так как минеральный азот в названных почвах находится преимущественно в аммиачной форме на протяжении всего вегетационного периода (табл. 24).

Таблица 24

Содержание аммиачного и нитратного азота в темно-каштановой почве, мг/кг почвы. Аскания-Нова (Казыдуб, 1956)

Глубина, см	NH_4			NO_3			Глубина, см	NH_4			NO_3		
	апрель	июнь	ноябрь	апрель	июнь	ноябрь		апрель	июнь	ноябрь	апрель	июнь	ноябрь
0—15	45,4	27,0	16,2	2,1	17,3	3,3	40—50	33,6	21,7	13,1	0,6	Сл.	Нет
15—30	42,3	26,8	13,5	2,2	14,3	3,3	50—60	16,9	10,9	8,8	Нет	Нет	»
30—40	40,1	25,1	14,8	1,3	9,2	Нет	75—90	14,2	9,3	7,5	»	»	»

Таблица 25

Нитрификационная способность почв (Вернандер, 1946)

Почва	Глубина, см	NO ₃ , мг/кг почвы	
		до компости- рования	после ком- постирования
Темно-каштановая слабосолонцеватая, Запорожская обл.	0—10 25—35	9,2 1,5	14,5 3,0
Каштановая сильносолонцеватая, Николаевская обл.	0—10 25—35	2,5 1,1	3,1 Следы

Очевидно, аммиачный азот является основным источником питания растений, так как даже в благоприятных условиях компостирования в этих почвах образуется незначительное количество нитратов (табл. 25).

Фосфор. Темно-каштановые и каштановые почвы степи содержат в верхних горизонтах 140—120 мг валового фосфора на 100 г почвы (табл. 26). Несмотря на общую тенденцию к уменьшению его количества с глубиной,

Таблица 26

Валовое содержание и формы фосфора в темно-каштановых, каштановых почвах и солонцах степи УССР, мг Р₂O₅ на 100 г почвы (Кисель, Кривоносова, 1966)

Почва	Глубина, см	Валовой фосфор	Ca-фосфаты	Fe-фосфаты			Al-фосфаты			
				активные	насстаново- ленно раство- римые	окклюдиро- ванные	активные	окклюдиро- ванные	сумма	
Темно-каштановая слабосолонцеватая, Акимовский р-н Запорожской обл.	0—10	127,0	24,5	3,0	13,0	1,4	17,4	4,5	2,5	7,0
	25—30	116,0	21,0	0,3	13,5	0,5	14,3	2,5	2,4	4,9
	35—40	109,4	28,5	0,3	15,0	0,3	15,6	5,0	2,1	7,1
	40—45	—	45,0	0,3	15,0	0,0	15,3	6,6	2,5	9,1
	50—55	118,2	47,5	0,0	15,4	0,0	15,4	4,5	2,0	6,5
	100— —110	—	53,5	0,0	13,5	0,0	13,5	4,2	1,7	5,9
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Темно-каштановая слабосолонцеватая, Херсонская обл.	0—10	136,2	40,0	10,8	15,4	4,1	30,3	5,9	2,6	8,5
	25—30	132,0	45,0	8,1	20,3	3,7	32,1	3,5	1,8	5,3
	35—40	102,9	45,0	4,7	16,8	4,0	25,5	2,5	1,3	3,8
	45—50	114,8	50,0	3,5	19,4	4,0	26,9	6,1	1,2	7,3
	60—65	108,1	58,2	4,7	19,2	4,0	27,9	6,1	1,2	7,3
	120— —125	101,8	60,6	0,7	20,0	5,2	25,9	6,1	1,2	7,3
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Каштановая среднесолонцеватая, Херсонская обл.	0—10	141,5	32,5	7,0	20,3	4,9	32,2	5,0	6,4	11,4
	25—30	140,1	36,5	9,6	20,8	5,5	35,9	3,4	3,9	7,3
	45—50	125,1	54,5	0,8	24,0	4,1	28,9	1,8	3,1	4,9
	70—75	122,3	59,5	1,0	23,0	3,5	27,5	2,7	3,8	6,5
	115— —120	107,2	65,0	0,8	20,0	1,7	22,5	2,8	2,6	5,4
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Солонец степной, Аскания-Нова, Херсонская обл.	0—5	114,3	23,0	9,2	10,0	2,5	21,7	9,0	3,2	12,2
	7—12	107,0	17,5	7,0	12,0	1,7	20,7	6,5	3,2	9,7
	10—23	127,0	18,5	2,5	14,0	2,4	18,9	—	3,8	3,8
	32—37	101,0	27,0	2,5	12,5	1,2	16,2	3,0	3,8	6,8
	60—67	118,1	50,0	Нет	15,0	2,5	17,5	3,0	2,5	5,5
	95— —100	—	60,0	»	15,0	2,5	17,5	8,2	3,4	11,7
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

в отдельных случаях можно отметить и некоторое перераспределение валового фосфора по генетическим горизонтам, увеличение содержания P_2O_5 в нижней части иллювиированного горизонта или в переходном.

По общему содержанию валового фосфора темно-каштановые и каштановые почвы мало отличаются от южных черноземов, что обусловлено образованием их на одной и той же материнской породе, более или менее идентичными климатическими условиями и растительностью.

Среди минеральных форм фосфора наибольшую величину составляют фосфаты кальция. Как правило, в верхних горизонтах их количество ниже, чем в более глубоких. Особенно выделяются карбонатные горизонты, в которых содержание Са-фосфатов увеличивается в 1,5—2 раза и составляет 45—65 мг на 100 г почвы.

Фосфаты железа в темно-каштановых и каштановых почвах находятся в основном в восстановленно-растворимой форме (13—24 мг на 100 г почвы), равномерно распределяясь по профилю. Активных фосфатов железа значительно меньше (3,0—10,8 мг на 100 г почвы); в нижней части профиля они обычно отсутствуют.

Согласно градации, предложенной Чириковым, по количеству подвижных фосфатов эти почвы можно отнести к хорошо обеспеченным, с высоким содержанием фосфатов, переходящих в уксуснокислую вытяжку. Особенность это относится к темно-каштановым почвам, которые в этом отношении не отличаются от черноземов. Каштановые почвы степи менее богаты подвижными фосфатами. Наиболее заметное снижение их количества отмечается в иллювиальных горизонтах, что обусловлено переходом фосфатов в труднорастворимые формы, в частности в форму восстановленно-растворимых фосфатов железа.

По фосфатному режиму солонцы юга УССР мало отличаются от темно-каштановых и каштановых почв. В них имеются высокие запасы валового фосфора, в основном в виде соединений с кальцием, с характерным для каштановых почв распределением по профилю.

В верхних горизонтах солонца в равных количествах с фосфатами кальция присутствуют и фосфаты железа, с глубиной соотношение их изменяется в пользу Са-фосфатов.

Анализы по методу Чирикова показывают (табл. 27), что при довольно высоком общем содержании подвижных фосфатов в солонцах отмечается их перераспределение по профилю, в результате чего элювиальный горизонт обедняется по сравнению с иллювиальным. Подобное явление объясняется большой подвижностью фосфатов в солонцах и их некоторым передвижением вниз по профилю.

Большим резервом в питании растений является группа органических фосфатов, на долю которой приходится около 30% валового фосфора. Высокое содержание фосфора в наиболее подвижных формах создает вполне благоприятный для сельскохозяйственных растений фосфатный режим на солонцах.

Изучение динамики подвижных фосфатов в темно-каштановой почве на протяжении вегетации под кукурузой позволило установить, что в летний период их величина практически не меняется. Осенью количество фосфатов уменьшается (табл. 28).

Подобная же картина выявлена и методом Мачигина (табл. 29), который широко используется для южных почв и показания которого в наибольшей степени коррелируют с эффективностью фосфорных удобрений и урожаем сельскохозяйственных культур.

Калий. По данным Г. А. Казыдуб (1956), А. М. Гринченко и Дин Жуйсин (1960), темно-каштановые и каштановые почвы степи Украины характеризуются высокими запасами подвижного калия. В пахотном слое этих почв содержится 600—776 мг/кг обменного калия. В подпахотном слое его количество несколько уменьшается. Верхние горизонты содержат водно-растворимого калия до 5 мг на 100 г почвы (табл. 30).

Таблица 27

Групповой состав фосфатов (по Чирикову) в почвах каштановой зоны, мг Р₂О₅ на 100 г почвы (Кривоносова, 1963)

Почва	Глубина, см	0,5 н. CH_3COOH -вытяжка	0,5 н. HCl-вытяжка	5%-ная NH_4OH -вытяжка	Нерастворимые фосфаты
Темно-каштановая слабосолонцеватая, Николаевская обл.	0—10	15,0	16,5	28,5	56,2
	25—30	14,5	16,5	25,0	76,0
	35—40	13,5	19,5	21,5	46,8
	45—50	15,0	18,0	11,8	70,0
	60—65	16,4	18,1	8,6	78,9
То же	0—10	21,2	16,5	32,0	70,4
	25—30	21,3	20,8	25,9	70,6
	32—37	21,7	20,6	25,0	60,7
	40—45	24,0	21,5	20,7	101,8
Каштановая среднесолонцеватая, Херсонская обл.	0—10	14,3	12,0	29,3	92,9
	22—27	11,4	11,0	28,4	69,7
	35—40	8,2	18,3	20,6	30,4
	60—65	6,9	18,4	18,3	37,7
Солонец мелкий корковый, Херсонская обл.	0—2	16,7	16,0	47,0	28,6
	3—10	7,5	14,0	30,0	56,4
	15—20	7,5	14,0	18,0	62,1
	25—30	12,0	21,0	18,0	76,3
	50—55	14,1	22,6	8,1	73,3

Таблица 28

Динамика подвижных фосфатов в темно-каштановой почве (по Чирикову), мг Р₂О₅ на 100 г почвы (Кисель, Кривоносова, 1967)

Глубина, см	5. V	23. VI	29. VI	27. VII	3. VIII	27. X
5—10	16,9	17,7	17,4	16,2	16,9	13,5
20—25	13,7	18,4	17,4	14,7	16,2	11,7
40—45	13,4	17,3	15,0	15,9	16,7	12,9

Таблица 29

Динамика подвижных фосфатов в темно-каштановой почве (по Мачигину), мг Р₂О₅ на 100 г почвы (Кисель, Кривоносова, 1967)

Глубина, см	5. V	23. VI	29. VI	27. VII	3. VIII	27. X
5—10	2,68	3,03	2,96	2,53	2,41	1,60
20—25	1,46	1,54	2,19	1,34	1,39	1,22
40—45	0,30	0,40	0,37	0,29	0,20	0,10

Содержание подвижного калия (по Бровкиной) колеблется в пределах 18—30 мг на 100 г почвы, причем с глубиной количество его иногда значительно увеличивается (Раевская, и др., 1966).

Отмечается явно выраженное уменьшение содержания подвижного калия в верхних горизонтах к осени (табл. 31).

Таблица 30

Содержание воднорастворимого калия в темно-каштановой почве (Дин Жуй-син, 1960)

Глубина, см	K ₂ O, мг/100 г почвы	Глубина, см	K ₂ O, мг/100 г почвы
0—10	5,18	30—40	0,94
10—20	1,41	40—50	0,70

Таблица 31

Количество подвижного калия и его динамика за вегетацию, мг K₂O на 100 г почвы

Глубина, см	11. VI	21. VI	11. VII	21. VII	21. VIII	2. IX
0—10	21,0	18,3	13,5	12,6	11,0	13,0
15—25	21,5	21,5	13,4	12,5	13,0	10,3
35—40	45,2	44,4	43,5	43,0	42,3	42,2

ИЗМЕНЕНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ СТЕПИ УССР ПОД ВЛИЯНИЕМ ОРОШЕНИЯ

Орошение сильно влияет на почву, изменяя физические, химические, микробиологические и другие процессы. Под влиянием поливов изменяются и агрохимические свойства почвы, особенно содержание подвижных форм питательных веществ, что необходимо учитывать при планировании применения удобрений.

На юге Украины чаще всего орошаются южные черноземы и темно-каштановые почвы, которые покрывают наиболее удобные для орошения хорошо выровненные, с небольшими уклонами участки. В настоящее время имеется весьма ограниченный материал по агрохимическим свойствам орошаемых почв Украины, так как орошение в этом районе стало развиваться сравнительно недавно.

Азотный режим. В связи с недостаточным количеством аналитического материала существуют некоторые противоречия в оценке азотного режима орошаемых почв, особенно в отношении нитратной формы азота. В одних случаях отмечается резкое уменьшение содержания нитратов после полива вследствие их перемещения вглубь с поливной водой. По другим данным (Сніговий, 1968), орошение способствует более интенсивной нитрификации и увеличению количества нитратного азота в верхней части профиля, иногда в 1,5—2 раза по сравнению с неорошаемым вариантом (табл. 32). Автор отмечает большое влияние растений на содержание нитратов в орошаемой почве. На поливных вариантах, где растения имеют более развитую корневую систему и поглощают больше нитратов, в середине вегетации количество нитратов может быть даже ниже, чем на контроле.

Сильное влияние орошения на режим нитратов отмечают С. Д. Лысогоров и В. П. Кириченко (1968). В их опыте на орошаемом варианте содержалось NO₃ 32,6 мг/кг, на неорошаемом — 13,7 мг/кг. При поливе удобренного варианта количество нитратов достигает 91,5 мг на 1 кг почвы.

Увеличение нитратного азота под влиянием полива под травами на темно-каштановых почвах отмечает Г. А. Казыдуб (1956). По его данным, на третий день после полива количество нитратов удвоилось.

По всей вероятности, в случае высоких поливных норм следует ожидать опускания нитратов вниз по профилю, в результате чего верхние горизонты будут обеднены ими. Кроме того, в условиях избыточного увлажнения про-

Таблица 32

Влияние орошения на содержание нитратов в слое 0—60 см, мг NO_3 на 1 кг почвы

Дата	Без полива	При поливе	Дата	Без полива	При поливе
14.VI 1963 г.	16,0	39,2	17.VII 1964 г.	38,9	41,2
10.VII 1963 г.	10,9	19,1	8.V 1965 г.	27,4	37,7
25.VII 1963 г.	26,0	45,2	18.V 1965 г.	36,7	60,7
7.VII 1964 г.	53,4	70,8	17.VII 1965 г.	21,1	15,9

Таблица 33

Динамика легкогидролизуемого азота в черноземе южном, горизонт 0—25 см, мг/кг почвы
(Раевская, Ронсаль, Новицкий, 1966)

Вариант опыта	5. VII	23. VII	13. VIII	30. VIII
Неорошаемый	309	135	147	—
Орошаемый по бороздам	335	296	238	154
Орошаемый дождеванием	302	291	150	158

цесс нитрификации будет в какой-то мере подавлен. При поливе умеренными нормами в почве создается наиболее благоприятная влажность для процессов нитрификации, при этом образовавшиеся нитраты накапливаются в верхней части профиля.

Следовательно, в условиях орошения поливной режим является определяющим фактором в динамике нитратов; регулируя его, можно добиться накопления NO_3 в корнеобитаемом слое.

Изменения в содержании легкогидролизуемого азота менее выражены, хотя и отмечается некоторое увеличение его количества в почвах орошаемых вариантов (табл. 33).

Учитывая тот факт, что поливы, как правило, способствуют более благоприятному для растений микробиологическому режиму почвы, увеличивая численность азотобактера, нитрификаторов, аммонификаторов и олигонитрофильных бактерий (Смалий и др., 1966), можно предполагать, что орошение улучшает азотное питание растений.

Фосфатный режим орошаемых почв складывается более благоприятно для растений, чем на богаре (табл. 34, 35). Как правило, поливы способствуют увеличению количества подвижных фосфатов, особенно в верхних, биологически наиболее активных горизонтах. Исследования динамики подвижных фосфатов в южных черноземах и темно-каштановых почвах Николаевской области (Кривоносова, 1963; Кисель, Кривоносова, 1966; Раевская и др., 1966) показали, что содержание подвижных фосфатов в этих почвах после полива значительно увеличивается по сравнению с дополивным периодом.

Одной из главных причин, обусловливающих динамику фосфатов при орошении, является изменение окислительно-восстановительных условий в почве в сторону большей восстановительности, что прослеживается как прямым измерением величины ОВП, так и изменением содержания закисного железа, которое является основным индикатором восстановительных процессов в почве.

Несмотря на то что общий уровень ОВП после полива остается еще довольно высоким (это указывает на хорошую аэрируемость почвы), образование значительного количества закисного железа (3—4 мг на 100 г почвы) свидетельствует о том, что в почве происходят и восстановительные процессы,

Таблица 34

Динамика подвижных фосфатов в темно-каштановой почве при орошении (по методу Мачигина), мг Р₂O₅ на 100 г почвы

Вариант опыта, место отбора пробы	Глубина, см	I полив 24. IV		II полив 30. VII	
		перед поливом	2-й день после полива	перед поливом	2-й день после полива
Дождевание	5—10	3,37	4,73	3,00	5,04
	20—25	2,70	2,90	1,56	3,37
	40—45	0,52	0,53	0,28	0,48
Полив по бороздам дно борозды	5—10	3,60	4,63	3,71	5,67
	20—25	2,66	2,35	1,87	3,51
	40—45	0,25	0,51	0,27	1,49
	гребень борозды	5—10	3,79	3,92	3,28
		20—25	2,99	3,25	2,40
		40—45	0,13	0,53	0,27
					0,50

которые, очевидно, не охватывают всю почвенную массу, а присущи отдельным микрозонам. Влияние анаэробиоза на увеличение подвижности Р₂O₅ отмечают П. О. Дмитриенко и О. В. Бойко (1953), В. А. Неунылов (1948) и др.

Однако имеется, вероятно, и еще ряд причин, обусловливающих процессы мобилизации фосфора, хотя изучены они пока недостаточно. Среди них можно назвать такие, как содержание углекислоты почвенного воздуха, которое увеличивается при орошении за счет более активной деятельности корневых систем растений и микроорганизмов (Горбунов, Токарев, 1946), а также повышение активности органического вещества, что способствует переходу труднорастворимых форм Р₂O₅ в более растворимые. Кроме того, само органическое вещество, постоянно минерализуясь, служит источником пополнения подвижных фосфатов.

Орошение изменяет и соотношение между формами фосфатных соединений (табл. 36). Так, после поливов в темно-каштановых почвах и черноземах южных увеличивается количество фосфатов кальция, железа и алюминия и уменьшается количество восстановленорастворимых фосфатов. При этом наиболее четко выявляется прямая зависимость между содержанием фосфатов железа и степенью увлажнения почвы, в силу чего на дне поливной борозды содержание Fe-фосфатов всегда выше, чем на гребне и при поливе дождеванием (Кисель, Кривоносова, 1967).

Авторы данного раздела, проводившие трехлетние исследования режима фосфатов в условиях орошения, пришли к выводу, что увеличение количества фосфатов под влиянием полива благотворно сказывается и на поступлении фосфора в кукурузу, что подтверждено анализом клеточного сока и

Таблица 35

Содержание фосфатов в темно-каштановой почве (по Чирикову), мг Р₂O₅ на 100 г почвы (Кривоносова, 1965)

Глубина, см	До полива	После 1-го полива	После 2-го полива	В уборку
5—10	20,5	27,2	24,5	22,0
20—25	14,5	24,5	18,0	19,2
40—45	14,5	19,5	18,0	18,3

Таблица 36

Динамика фосфатов в темно-каштановой почве, мг Р₂O₅ на 100 г почвы (по методу Чанга—Джексона)

Вариант опыта, место отбора про- бы	Глубина, см	Са-фосфаты		Фе-фосфаты		Ал-фосфаты	
		перед поливом	после полива	перед поливом	после полива	перед поливом	после полива
Контроль (не- поливной)	5—10	19,2	19,9	9,1	9,2	10,5	10,1
	20—25	18,8	19,0	6,0	7,1	10,3	9,3
	40—45	21,8	21,2	6,5	6,6	5,9	5,6
Дождевание	5—10	18,5	23,0	9,7	11,7	10,5	12,4
	20—25	20,5	25,0	9,2	10,4	7,1	10,1
	40—45	22,5	22,6	7,1	7,7	6,3	7,7
Полив по бо- роздам	дно борозды	5—10	19,8	23,4	8,9	12,5	9,8
		20—25	18,6	24,6	8,5	12,6	9,9
		40—45	21,4	22,8	6,2	7,7	6,5
гребень бо- розды	5—10	19,0	22,0	9,2	11,0	10,0	12,5
		20—25	21,4	23,8	7,8	10,5	9,9
		40—45	21,6	22,7	6,5	7,1	6,5

Таблица 37

Содержание подвижных соединений калия в черноземах южных, мг К₂O на 100 г почвы (Раевская, Ронсаль, Новицкий, 1966)

Время отбора образцов	Глубина, см	Без по- лива	Полив дожде- ванием	Полив по бороздам	Время отбора образцов	Глубина, см	Без по- лива	Полив дожде- ванием	Полив по бороздам
					1.VI	11.VI			
1.VI	0—10	29,5	40,1	35,4	1.VII	0—10	23,9	38,6	40,1
	15—25	10,9	41,0	19,8		15—25	22,4	39,0	34,2
	35—45	21,4	18,6	12,2		35—45	44,3	44,9	46,0
11.VI	0—10	21,0	27,1	24,4	21.VIII	0—10	11,0	19,4	19,6
	15—25	21,5	30,4	22,0		15—25	13,1	18,9	17,1
	35—45	45,1	44,5	15,5		35—45	42,3	44,9	46,1

определенением содержания валового фосфора в листьях. На поливных вариантах, как правило, содержание минерального фосфора в клеточном соке листьев выше, чем на контроле. Эта закономерность хорошо выражена и при определении валового фосфора: при орошении в листьях найдено 0,634—0,902 %, тогда как на контроле 0,601—0,10 % Р₂O₅.

Увеличение количества подвижных фосфатов в почвах юга Украины и их более активное поглощение растениями при поливах является, вероятно, одной из основных причин низкой эффективности фосфорных удобрений в этих условиях, что отмечается в работе И. М. Поповой, В. Г. Прищепы (1965). На основании полученных результатов полевых опытов названные авторы пришли к выводу, что фосфорных удобрений следует вносить меньше, чем азотных, т. е. в условиях орошения соотношение между ними должно меняться в пользу азотных.

Калийный режим орошаемых почв изучен менее детально. Это объясняется бытующим в практике положением о неэффективности калийных удобрений при орошении на почвах юга УССР. Исследования по этому вопросу, проведенные сотрудниками Херсонского сельскохозяйственного института им. А. Д. Цюрупы, показали, что орошение несколько повышает содержание подвижного калия по Бровкиной (табл. 37).

Таким образом поливы способствуют созданию более благоприятного для растений режима питательных веществ, что в совокупности с другими факторами обуславливает получение более высоких урожаев сельскохозяйственных культур при орошении.

ЛИТЕРАТУРА

- Азизов Т. Б. Сравнительная характеристика качественного состава гумуса почв степной зоны Украинской ССР и пустынно-степной зоны Узбекистана. — Автореф. канд. дисс. 1962.
- Брокерт П. Результаты по изучению динамики нитратов в 1925 году. Одесская областная сельскохозяйственная опытная станция. Работы агрохимического отдела за 1924—1925 гг. Одесса, 1926.
- Вернандер Н. Б. Подвижность азота и нитрификационная способность почв УССР. — Почвоведение, 1946, № 2.
- Годлин М. М., Сонько М. П. Гумус обыкновенных степных черноземов УССР. — Почвоведение, 1970, № 1.
- Горбунов Н. И., Токарев В. М. Динамика углекислоты почвенного воздуха в условиях орошения. — Проблемы советского почвоведения, сб. 14. Л., Изд-во АН СССР, 1946.
- Гринченко А. М., Дин Жуй-син. Влияние длительной сельскохозяйственной культуры на динамику гумуса, азота и фосфора в почвах юга Украинской ССР. — Доклады советских почвоведов на VII Международной конференции в США. М., Изд-во АН СССР, 1960.
- Дин Жуй-син. Влияние сельскохозяйственной культуры на изменение плодородия темно-каштановой почвы юга Украины. — Автореф. канд. дисс. Харьков, 1960.
- Дмитренко П. О., Бойко О. В. Вплив процесів в дновлення та окислення на перетворення фосфатів у ґрунті. — Доповіді АН УРСР, 1953, № 3.
- Казыбуль Г. А. Солевой и питательный режим каштановых почв юга УССР в условиях орошения. — Автореф. канд. дисс. Киев, 1956.
- Кисель В. Д., Кривоносова Г. М. Формы фосфатов в некоторых почвах степи Украины. — Агрохимия, 1966, № 3.
- Кисель В. Д., Кривоносова Г. М. Режим фосфатов в темно-каштановых почвах в условиях орошения. — В сб. «Агрохимия и почвоведение», вып. 6. Киев, «Урожай», 1967.
- Кривоносова Г. М. К вопросу о режиме фосфатов в почвах южной степи УССР. — В сб. «Пути повышения плодородия почв Украины». Харьков, 1963.
- Кривоносова Г. М. Режим фосфатов южных черноземов в условиях орошения. — В сб. «Плодородие и агрохимические свойства почв Украины». Харьков, 1965.
- Крупський М. К., Левенець П. П., Носальський М. Г. Використання даних агрохімічних досліджень для дифференційного внесення фосфорних добрив на чорноземах звичайних північного степу України. — Зб. «Агрохімія і ґрунтознавство», вип. 8. Київ, «Урожай», 1969.
- Лысогоров С. Д., Кириченко В. П. Сумисна для зрошення, добрив на глибини оранки на врожай кукурудзи. — Зб. «Зрошуване землеробство», № 4. Київ, 1968.
- Маслова А. Д. Калий как элемент почвенного плодородия. — В сб. «Калийные удобрения». Л., 1938.
- Неунылов Б. А. Окислительно-восстановительные процессы в почвах рисовых полей и методы управления ими с целью повышения урожайности. — В кн. «Сборник научных работ с.-х. опытно-научных учреждений Приморского края», вып. 1. Владивосток, 1948.
- Носальский Н. Г. Влияние систематического внесения удобрений на агрохимические свойства черноземов. — Автореф. канд. дисс. Харьков, 1969.
- Попова І. М., Прищепа В. Г. Ефективність добрив при зрошенні на півдні УРСР. — Зб. «Використання зрошуваних земель». Київ, «Урожай», 1965.
- Раевская С. С., Ронсаль Г. А., Новицкий Е. В. Содержание подвижных форм азота, фосфора и калия и усвоение их растениями при разных способах орошения. — Труды УкрНИГМИ, вып. 63. Л., 1966.
- Результаты полевых опытов с удобрениями государственной агрохимической службы за 1966 г., кн. 1. М., 1968.
- Рассел Э. Д. Почвенные условия и рост растений. М., ИЛ, 1955.
- Смалий В. Т., Цыфир В. Ф., Перепеляк Л. П. Влияние способов орошения на микробиологические процессы в почве. — Труды УкрНИГМИ, вып. 63. Л., 1966.
- Сніговий В. С. Вплив зрошення на динаміку рухомих форм поживних речовин. — Зб. «Зрошуване землеробство», № 5. Київ, 1968.
- Усенко Ю. И., Дудченко Л. М. Потребление кукурузой азота, фосфора и калия при систематическом применении удобрений в севообороте зоны недостаточного увлажнения. — Агрохимия, 1966, № 3.
- Шустова Е. Н. К вопросу об использовании фосфора культурами полевого севооборота в условиях степи УССР. — Труды Днепропетровского СХИ, т. 7, 1960.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ЧЕРНОЗЕМАХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ

На обычновенных черноземах степи Украинской ССР органические и минеральные удобрения при рациональном использовании — одно из эффективных мероприятий по улучшению качества урожая и повышению плодородия почвы. Удобрения способствуют более продуктивному использованию растениями почвенной влаги, вследствие чего смягчается вредное влияние засух.

Настоящий очерк содержит обобщение многолетних данных полевых опытов, которые проводились в 1935—1968 гг. в основном на опытных станциях сети ВНИИ кукурузы, расположенных в различных районах степи УССР.

ОРГАНИЧЕСКИЕ УДОБРЕНИЯ

Ценнейшим органическим удобрением, содержащим почти все необходимые для растений вещества, является навоз (Прянишников, 1940; Мамченков, 1955; Вышинский, 1965). В колхозах и совхозах степной зоны для повышения урожаев полевых культур используют смешанный навоз разных видов животных, причем вносят его под культуры севооборота в препревщенном виде перед основной вспашкой поля.

Эффективность навоза зависит от почвенно-климатических условий. В районах северной и центральной степи на мощных слабовыщелоченных черноземах, среднегумусных и малогумусных обычновенных черноземах внесение 20 $m^3/га$ навоза повышает урожай озимой пшеницы в среднем на 3—5 $ц/га$. Меньшие приrostы урожая зерна этой культуры при такой же норме навоза, в среднем до 3 $ц/га$ зерна, отмечаются в южных районах зоны на каштановых среднесолонцеватых малогумусных почвах (Геническая опытная станция), а также на черноземах южных малогумусных в Одесской области и в степных районах Крыма (табл. 1).

Как правило, с увеличением нормы внесения навоза с 10 до 20 $m^3/га$ урожай повышается. В среднем по 27 сравнимым опытам при внесении навоза нормой 10 $m^3/га$ урожай зерна озимой пшеницы повышался на 3,1 $ц$, а при 20 $m^3/га$ — на 4,2 $ц$, при урожае без удобрений 22,9 $ц/га$.

Применение очень больших доз навоза на черноземах зоны не всегда сопровождается значительным повышением урожая. В благоприятные по увлажнению годы внесение больших доз навоза (30—40 $m^3/га$) отрицательно оказывается на устойчивости растений озимой пшеницы против полегания, а в сильно засушливые годы эффективность навоза снижается в результате преждевременного использования хорошо развитыми растениями почвенной влаги, которой потом, во время налива зерна, недостает. В производственных условиях предпочтительнее вносить по 20 $m^3/га$ навоза.

Эффективность навоза для озимой пшеницы зависит и от ее предшественников. В среднем из 14 опытов, проведенных на обычновенных черноземах в сравнимые годы, урожай озимой пшеницы по унавоженному чистому пару повышался на 3 $ц/га$, а второй озимой пшеницы после пары, унавоженной такой же нормой (20 $m^3/га$), — на 5,3 $ц/га$, при средних урожаях без удобрений соответственно 22,5 и 14,5 $ц/га$.

Таблица I

Действие навоза на урожай озимой пшеницы

Опытная станция, почва	Годы	Урожай без удобрений, ц/га	Прибавки урожая от 20 т/га навоза	
			ц/га	%
По пару				
Эрастовская, чернозем обыкновенный малогумусный тяжелосуглинистый	1957—1962, 1965—1968	25,3	4,9	19,3
Синельниковская, чернозем обыкновенный малогумусный тяжелосуглинистый	1936—1939	22,5	5,2	23,1
Донецкая, чернозем обыкновенный малогумусный тяжелосуглинистый	1952—1957	20,4	3,5	12,2
Опытное хозяйство ВНИИ кукурузы, чернозем обыкновенный малогумусный среднесуглинистый	1967—1969	36,2	3,7	10,2
Розовская, чернозем обыкновенный малогумусный слабовыщелоченный тяжелосуглинистый	1944—1946	25,4	5,2	20,5
Одесская, чернозем южный малогумусный тяжелосуглинистый	1935—1939, 1948	21,6	2,6	12,0
Крымская, чернозем южный малогумусный тяжелосуглинистый	1956—1960	26,0	3,0	11,5
Геническая *, каштановая среднесоленцеватая малогумусная тяжелосуглинистая	1938—1941, 1948, 1967	25,8	2,3	8,9
По непаровым предшественникам				
Жеребковская, чернозем мощный среднегумусный слабовыщелоченный тяжелосуглинистый	1955—1965	24,2	2,9	12,0
Кировоградская, чернозем обыкновенный среднегумусный тяжелосуглинистый	1955	37,7	2,8	7,4
Красноградская, чернозем обыкновенный среднегумусный тяжелосуглинистый	1962, 1964—1968	22,5	5,1	22,6
Эрастовская, чернозем обыкновенный малогумусный тяжелосуглинистый	1951—1953, 1955	21,3	4,6	21,6
Измаильская, чернозем обыкновенный малогумусный мицелиарно-карбонатный тяжелосуглинистый	1961—1963	22,5	3,7	16,4

* На Генической опытной станции в 1967 г. предшественник — озимая пшеница на зеленый корм.

Эти данные свидетельствуют о том, что на черноземах в звене севооборота пар чистый — озимая пшеница — озимая пшеница целесообразно вносить навоз не только перед подъемом чистого пара, но и под вторую после пары озимую пшеницу, с заменой его в пару фосфорно-калийными удобрениями, которые дают на этих почвах значительные приросты урожая (Артюхов, 1946).

Хорошим местом для внесения навоза под озимую пшеницу в степи являются занятые пары. Так, в опытах Жеребковской опытной станции внесение 20 т/га навоза под озимую пшеницу по занятому эспарцетом (на один укос) пару в среднем за шесть лет (1958—1963 гг.) повышало урожай зерна озимой пшеницы на 3,3 ц/га, а на опытных делянках Опытного хозяйства ВНИИ кукурузы за 1968 г. по занятому пару овсом в смеси с горохом на сено — на 3,9 ц/га, при урожае на контроле 30,5 ц/га.

При равных нормах внесения навоз под кукурузу несколько менее эффективен, чем под озимую пшеницу (табл. 2). При внесении 10—20 т/га навоза средние прибавки урожая зерна кукурузы составляют около 3 ц/га.

Таблица 2

Влияние навоза на урожайность кукурузы

Опытные станции	Годы	Норма внесения навоза, т/га	Урожай зерна без удобрений, ц/га	Прибавки урожая зерна от навоза	
				ц/га	%
Эрастовская	1956, 1958,	10	29,4	2,8	9,5
	1960—1962,				
	1964—1966				
Донецкая	1956—1958	20	39,0	6,6	16,9
Розовская	1962—1964	20	30,3	2,9	9,6
Жеребковская	1960, 1961, 1965	10	52,5	2,6	4,1
Измаильская	1963, 1964, 1966	20	37,0	2,1	5,7
Геническая	1961—1963	10	17,9	1,4	7,7

Прибавка урожая зеленой массы кукурузы с початками при молочно-восковой спелости зерна от навоза достигает 15—20 ц/га, а в отдельные годы — 30 ц/га и больше.

Во всех районах степной зоны питательные вещества, содержащиеся в навозе, используются растениями озимой пшеницы и кукурузы полнее, а урожай получаются более высокими, когда навоз равномерно распределяют по поверхности поля и своевременно, вслед за разбрасыванием, за-пахивают.

Благоприятные условия для питания растений создаются в почве при внесении органических удобрений совместно с минеральными. Это подтверждается данными полевых опытов с озимой пшеницей и кукурузой, где внесение 10—20 т/га навоза с минеральными удобрениями различного состава давало большие приросты урожая по сравнению с раздельным их внесением (табл. 3)¹.

Для получения наибольшей эффективности навоз необходимо вносить с минеральными удобрениями, причем состав последних, а также дозы и способы внесения смесей зависят от почвенной разности и предшественников.

Под озимую пшеницу по пару навоз лучше вносить совместно с фосфорным и фосфорно-калийным удобрением, а по непаровым предшественникам — с фосфорным и азотно-фосфорным. Добавление к навозу калийного удобрения, особенно вместе с фосфорным, способствует повышению устойчивости озимой пшеницы против неблагоприятных условий перезимовки, уменьшению повреждения растений ржавчиной, повышению устойчивости их к полеганию, улучшению условий налива зерна и повышению его абсолютного веса.

При размещении озимой пшеницы по кукурузе на силос на обыкновенном среднемощном малогумусном черноземе (Эрастовская опытная станция) к навозу необходимо добавлять полное минеральное удобрение, а на обыкновенном маломощном малогумусном черноземе (Измаильская опытная станция) — преимущественно азотно-фосфорное.

Следует, однако, заметить, что на обыкновенных черноземах сумма прибавок урожая при раздельном внесении навоза и минеральных удобрений часто бывает выше, чем при совместном. Например, в опытах Розовской и Измаильской опытных станций при раздельном внесении навоза и азотно-фосфорного удобрения сумма прибавок урожая зерна озимой пшеницы

¹ Соответствующие варианты минеральных удобрений без внесения навоза показаны в табл. 4.

Таблица 3

Эффективность навоза и минеральных удобрений при совместном внесении, ц/га!

Опытная станция	Годы	Урожай зерна без удобрения навоза	Прибавки урожая от			
			навоза и минеральных удобрений			
			P	PK	NP	NPK
Озимая пшеница *						
Эрастовская **	1965—1967	33,3	5,8	3,9	6,7	—
То же	1964—1966	23,3	2,2	6,3	7,4	8,7
Розовская	1966—1968	27,7	2,1	3,3	5,2	5,6
Жеребковская	1965—1966	29,5	3,0	4,9	6,5	9,0
Измаильская	1965—1967	28,4	9,7	11,9	12,2	17,4
Кукуруза ***						
Эрастовская	1964—1966	32,1	2,5	4,0	4,8	5,0
Измаильская	1966, 1968	32,2	1,7	2,0	2,3	4,4
						3,7

* Предшественники: в опытах с озимой пшеницей 1965—1967 гг. на Эрастовской станции пар чистый, а в остальных случаях — кукуруза на силос; в опытах с кукурузой всюду зерновые культуры.

** В опытах с озимой пшеницей на Эрастовской станции в 1965—1967 гг. норма навоза, внесенного отдельно, 20 т/га, а с минеральными удобрениями — 10 т/га, норма минеральных удобрений по 30 кг/га питательных веществ; в остальных случаях норма навоза 10 т/га, а минеральных удобрений по 40 кг/га.

*** В опытах с кукурузой норма навоза на Эрастовской станции 10 т/га, на Измаильской 20 т/га; минеральных удобрений в обоих случаях по 30 кг/га.

в среднем была на 1,3—2,9 ц/га выше прибавки, полученной при совместном внесении тех же удобрений.

В опытах с кукурузой на Эрастовской и Измаильской опытных станциях на лучших вариантах суммарный эффект от органического и минерального удобрений при раздельном внесении в среднем был примерно равен эффекту совместного внесения.

МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ

Допосевное внесение

Для черноземных почв степной зоны, которые отличаются недостаточным содержанием подвижных фосфатов, характерна высокая отзывчивость зерновых колосовых культур, подсолнечника и зернобобовых прежде всего на фосфорные удобрения (Артиюхов, 1949; Артиюхов, Золотов, Рябушко, 1957; Артиюхов, Буряк, 1961; Артиюхов, Дуда, 1962; Артиюхов, Лютий, 1965; Дуда, Жемела, 1970). Устойчивое повышение урожая зерновых культур на этих почвах дает и азотное удобрение при совместном внесении с фосфорными и фосфорно-калийными минеральными удобрениями, а часто и при самостоятельном его использовании при подкормках кукурузы и озимой пшеницы.

Применение калийного удобрения здесь эффективно при внесении совместно с фосфорным под озимую пшеницу по чистым парам и в составе полного минерального удобрения под озимую пшеницу по непаровым предшественникам, а также под яровые зерновые культуры, зернобобовые и многолетние бобовые травы. Вместе с тем действие калийных удобрений на урожай зерновых культур на черноземах своеобразно. В неблагоприятные по условиям увлажнения годы калийные удобрения эффективны при совместном внесении с фосфорными и фосфорно-азотными в дозах до 30—

Таблица 4

Действие минеральных удобрений на урожайность озимой пшеницы по непаровым предшественникам

Опытные станции *	Годы	Урожай зерна без удобрений, ц/га	Прибавка урожая от удобрений, ц/га				
			P_{40}	$(PK)_{40}$	$(NK)_{40}$	$(NP)_{40}$	$(NPK)_{40}$
Эрастовская **	1964—1966	29,1	4,2	4,4	1,4	5,2	7,3
То же	1964—1966	23,3	4,9	5,2	1,1	5,0	7,4
Розовская	1966—1968	27,7	1,6	2,4	1,6	4,8	5,1
Жеребковская	1965—1967	30,9	1,9	3,5	4,1	6,2	8,6
Измаильская	1965—1967	28,4	3,3	2,9	4,7	11,1	11,7

* На Эрастовской, Розовской и Измаильской станциях высевали озимую пшеницу — «Безостая 1»; на Жеребковской станции — озимую пшеницу «Мироновская 808». Удобрения вносили вразброс перед основной обработкой почвы.

** Предшественник — горох на семена, в остальных вариантах — кукуруза на силос.

40 кг/га K_2O , при более высоких дозах может наблюдаться снижение эффективности. В благоприятные по увлажнению и тепловому режиму годы внесение под зерновые культуры калийно-фосфорного ($P_{30}K_{30}$) и азотно-калийного ($N_{30}K_{30}$) удобрений часто дает равные или даже большие прибавки урожая, чем азотно-фосфорное и полное минеральное удобрение. Возможно, это объясняется положительным влиянием этих смесей в такие годы на мобилизацию усвояемого для растений фосфора почвы.

Озимая пшеница. Основным потребителем минеральных удобрений в условиях степной зоны является озимая пшеница. Исследованиями, проведенными еще в 1935—1939 гг. опытными станциями в степи УССР, установлена зависимость эффективности минеральных удобрений от предшественников (Гоппе, Артюхов, 1940). Озимая пшеница по чистому пару положительно реагировала в первую очередь на фосфорное и фосфорно-калийное удобрение, а после непаровых предшественников большие прибавки урожая были получены от азотно-фосфорного и полного минерального удобрения.

В последние годы в связи с внедрением в производство новых высокурожайных сортов озимой пшеницы выявились необходимость в уточнении состава и доз внесения минеральных удобрений в зависимости от предшественников. На обыкновенном и мощном черноземах степи высокие прибавки урожая зерна озимой пшеницы по предшественнику гороху на семена обеспечивались внесением фосфорного, азотно-фосфорного и полного минерального удобрения, а после кукурузы на силос — в основном фосфорного и полного минерального удобрения (табл. 4; почвы опытных станций см. в табл. 1).

В условиях обыкновенного малогумусного, обыкновенного слабовыщелоченного, а также мощного слабовыщелоченного чернозема в повышении урожая озимой пшеницы после кукурузы на силос значительно возрастала роль азотного удобрения в сочетании с фосфорным. Средние прибавки урожая зерна здесь были намного большими, чем от одного фосфорного, и часто мало уступали прибавкам от действия полного минерального удобрения.

В схемах рассматриваемых опытов имелись варианты с различными дозами азота, фосфора и калия в составе полного минерального удобрения. Лучшими соотношениями между азотом, фосфором и калием ($N : P : K$), при внесении которых получались максимальные приросты урожая зерна озимой пшеницы, были в опытах на Эрастовской и Розовской опытных станциях 1 : 1 : 1, на Жеребковской 1 : 0,5 : 1, на Измаильской 1,5 : 1 : 1, где единице удобрения отвечала доза 40 кг/га действующего вещества (Артюхов, Рябушко, Лютий, 1969).

Таблица 5

Влияние полного минерального удобрения на урожай кукурузы

Опытная станция	Годы	Доза удобрения	Урожай зерна на контроле, ц/га	Прибавка уро- жая от удоб- рения	
				ц/га	%
Эрастовская	1964—1966,	$N_{30}P_{30}K_{30}$	29,3	4,7	16
	1968	$N_{60}P_{30}K_{30}$	29,3	5,8	19
Розовская	1965, 1968	$N_{30}P_{30}K_{30}$	30,2	4,2	14
Измаильская	1964, 1966	$N_{60}P_{30}K_{30}$	32,7	2,6	8
	1968				
Жеребковская	1965	$N_{30}P_{60}K_{30}$	54,6	4,4	8

Опытами, проведенными на Розовской опытной станции в 1965—1968 гг., установлена неодинаковая реакция озимой пшеницы районированных сортов на отдельные виды и сочетания минеральных удобрений. При посеве по чистому пару озимая пшеница «Безостая-1» оказалась более отзывчивой на внесение азотно-фосфорного и полного минерального удобрения, а «Мироновская-808» — на внесение фосфорного и фосфорно-калийного. При норме внесения этих удобрений по 45 кг/га питательных веществ средние прибавки урожая зерна соответственно названным вариантам составляли: по сорту «Безостая-1» — 4,6 и 5,3 ц/га, по сорту «Мироновская-808» — 3,8 и 4,8 ц/га, при средних урожаях зерна на контроле 40,5 и 37,8 ц/га. Таким образом, при разработке системы удобрения озимой пшеницы с учетом ее предшественников необходимо принимать во внимание также и особенности сорта.

Кукуруза. Отзывчивость кукурузы на минеральные удобрения зависит от вида почвы, а также увлажнения, теплового режима и других условий, складывающихся в период вегетации. На черноземных почвах зоны наиболее устойчивые и высокие прибавки урожая получаются преимущественно при внесении полного минерального удобрения (табл. 5). В средне засушливые годы неплохие результаты на этих почвах дает внесение одного фосфорного удобрения — простого и гранулированного суперфосфата.

На различных разностях черноземов роль отдельных элементов питания в составе полного минерального удобрения не одинакова. Лучшим соотношением азота, фосфора и калия для кукурузы является на обыкновенном малогумусном, слабовыщелоченном и малогумусном черноземах 1 : 1 : 1 и 1,5 : 1 : 1, на мощном слабовыщелоченном черноземе 1 : 1,5 : 1, где единице соответствует доза 30 кг/га питательных веществ (Артиюхов, Буряк, Лютий, 1969).

Следует отметить, что на большинстве черноземов зоны наибольшая роль в повышении урожайности кукурузы принадлежит азоту и фосфору. Поэтому при недостатке или отсутствии в хозяйствах калийного удобрения перед вспашкой можно вносить только азотно-фосфорное удобрение.

Подсолнечник. Результаты опытов позволяют считать, что на обыкновенных малогумусных черноземах зоны подсолнечник сравнительно неплохо отзывается на внесение под основную обработку почвы преимущественно фосфорного удобрения — гранулированного суперфосфата (табл. 6).

Добавление к фосфорному удобрению азотного или азотного и калийного в редких случаях дает небольшой дополнительный эффект, чаще же всего при этом проявляется тенденция к некоторому снижению прибавок урожая. Рекомендуемая доза внесения суперфосфата под подсолнечник составляет 30—60 кг/га P_2O_5 .

Ячмень и просо. Среди яровых колосовых культур ячмень и просо в условиях зоны, по данным Эрастовской, Синельниковской и Луганской опытных станций, на обыкновенных малогумусных чернозёмах по отзыв-

Г а б л и ц а 6

Эффективность фосфорного и полного минерального удобрения при основном внесении под подсолнечник, ц/га

Опытная станция	Годы	Доза удобрения	Урожай семян на контроле	Прибавки урожая от удобрения	
				P*	NPK
Эрастовская	1952—1953, 1955	N ₂₅ P ₅₀ K ₂₅	16,4	2,9	2,7
	1968	N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	18,7	4,4	4,3
Розовская	1967—1968	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	24,8	1,9	2,4

* Норма соответствует приведенной в NPK.

Т а б л и ц а 7

Влияние фосфорного и полного минерального удобрения на урожайность ячменя и проса

Опытная станция	Годы	Предшественники	Удобрения	Урожай зерна на контроле, ц/га	Прибавки урожая от удобрений, ц/га	
					P	NPK
Для ячменя						
Эрастовская	1939—1940, 1947	Кукуруза	N ₄₅ P ₆₀ K ₄₅	13,7	—	6,3
»	1955—1957	»	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	20,6	2,7	3,9
»	1969	»	N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	25,0	5,7	11,3
Синельниковская	1937—1939	»	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	16,6	—	6,2
Для проса						
Эрастовская	1940	Подсолнечник	N ₆₀ P ₆₀ K ₄₀	22,9	5,9	7,5
»	1940	Пласт люцерны	N ₆₀ P ₆₀ K ₄₀	21,6	5,5	10,0
»	1969	Кукуруза	N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	25,5	3,4	9,9
Луганская	1962—1964	»	N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅	20,1	4,9	8,8

чивости на минеральные удобрения превосходят все другие зерновые культуры. Они хорошо реагируют на внесение фосфорного удобрения, но наиболее высокие прибавки урожая дают при внесении полного минерального удобрения (табл. 7).

Ячмень и просо хорошо используют последействие удобрений, вносимых под предшествующие культуры. Так, на Эрастовской опытной станции фосфорное удобрение (P₄₀), внесенное под предшествовавшую кукурузу, повысило урожай ячменя в среднем за 1965—1967 гг. на 4,1 ц/га, а на Жеребковской опытной станции в 1967 г. при внесении под предшественник проса — кукурузу — полного минерального удобрения (N₃₀P₃₀K₃₀) урожай повысился на 4,6 ц/га.

В опытах Харьковской опытной станции на мощном черноземе навоз в дозе 18 т/га при внесении под предшественник повышал урожай проса на 2,5 ц/га, при урожае без удобрений 24,9 ц/га. Поэтому при недостатке минеральных удобрений для основного внесения непосредственно под ячмень и просо в севообороте эти культуры следует размещать после удобренных предшественников.

При основном внесении минеральных удобрений под ячмень и просо на черноземах рекомендуются дозы по 30—40 кг азота и калия и 30—60 кг фосфора на гектар.

Сроки и способы допосевного внесения минеральных удобрений

Практическое значение имеет вопрос об увеличении времени внесения минеральных удобрений в допосевной период под озимую пшеницу и установлении возможности более эффективного их применения весной под яровые зерновые культуры и подсолнечник. Для выяснения этих вопросов на Эрастовской опытной станции проводили соответствующие полевые опыты с озимой пшеницей, кукурузой, ячменем и подсолнечником.

В опытах с озимой пшеницей, которая высевалась по чистому пару после гороха и кукурузы на силос, минеральные удобрения — фосфорное и полное — вносили вразброс перед вспашкой, вразброс и локально при проведении предпосевной культивации на глубину 8—10 см. Локальное внесение удобрений осуществлялось комбинированной зерно-туковой сеялкой СУК-24.

Самые высокие прибавки урожая зерна озимой пшеницы в среднем за три года (1967—1969 гг.) были получены при действии фосфорного и полного минерального удобрений, внесенных локально (табл. 8). На сроки внесения удобрений озимая пшеница по всем предшественникам реагировала примерно одинаково.

Расщепленное внесение полного минерального удобрения — фосфорного вразброс перед вспашкой, а азотного и калийного вразброс перед культивацией или азотного и калийного перед вспашкой и фосфорного перед культивацией — не способствовало повышению их эффективности в сравнении с внесением всех трех видов удобрений перед вспашкой или культивацией.

Преимущество локального внесения удобрений под яровые культуры было показано в опытах Эрастовской опытной станции еще в 1939—1940, 1947 гг. (Артюхов, Катрич, Мажара, 1948; Артюхов, Борисоник, Стовбун, 1948). В этих опытах в среднем за три года урожай ячменя под влиянием полного минерального удобрения ($N_{45}P_{60}K_{45}$), внесенного вразброс перед предпосевной культивацией, повышался на 6 ц/га, а при локальном внесении на глубину 8—10 см комбинированной сеялкой вслед за культивацией зяби — на 7,5 ц/га, при среднем урожае без удобрений 13,7 ц/га зерна. В аналогичном опыте с кукурузой за 1956—1958 гг. эффективность фосфорного удобрения (P_{60}) при локальном внесении комбинированной сеялкой на глубину 8—10 см была на 40—60 % выше, чем при разбросном внесении осенью перед основной обработкой почвы.

Для выяснения вопроса о реакции различных яровых культур на сроки и способы внесения минеральных удобрений на Эрастовской опытной станции в последние годы по единой схеме в сравнимых условиях проводили опыты с ячменем, кукурузой и подсолнечником. Минеральные удобрения — фосфорное и полное — вносили согласно схеме опыта вразброс и локально. Внесение удобрений локальным способом осуществлялось под ячмень с помощью комбинированной сеялки СУК-24 на глубину 8—10 см, а под кукурузу и подсолнечник — культиватором-растениепитателем КРН-4,2 на глубину 10—12 см, с расстановкой сошников на 35 см.

Результаты наблюдений над растениями показали, что урожай яровых культур и эффективность удобрений зависели от условий обеспечения растений влагой. При одинаковых исходных запасах доступной влаги в метровом слое почвы она использовалась растениями по-разному. В благоприятном по условиям увлажнения 1966 г. использование влаги растениями проходило более равномерно, тогда как в засушливом 1968 г. наблюдалось более быстрое ее использование растениями, что приводило к иссушению почвы и снижению эффективности минеральных удобрений на всех культурах (табл. 9).

Следует отметить неодинаковую отзывчивость яровых культур на удобрения различного состава. Ячмень сравнительно мало отзывался на внесение фосфорного удобрения и резко повышал урожай от полного минераль-

Таблица 8

Влияние минеральных удобрений в зависимости от сроков и способов внесения по разным предшественникам на урожай зерна озимой пшеницы, ц/га
 (по варианту без удобрений приведен урожай, по остальным — прибавка)

Вариант опыта	По пару				По гороху				По кукурузе на силос			
	1967 г.	1968 г.	1969 г.	среднее	1967 г.	1968 г.	1969 г.	среднее	1967 г.	1968 г.	1969 г.	среднее
Контроль (без удобрений)	41,1	26,9	26,0	31,3	41,1	8,0	21,6	23,6	26,0	5,7	19,4	17,0
P ₆₀ вразброс перед вспашкой	4,2	3,0	5,0	4,1	3,6	4,4	3,7	5,0	2,3	7,5	4,9	4,9
P ₆₀ вразброс перед культивацией	4,2	2,8	5,6	4,2	3,9	3,4	4,6	4,0	4,8	2,6	8,5	5,3
P ₆₀ локально перед культивацией сеялкой СУК-24 на глубину 8—10 см	4,9	3,9	8,2	5,7	5,4	5,2	7,3	6,0	7,3	3,5	9,7	6,8
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ вразброс перед вспашкой	6,4	5,0	10,8	7,4	6,1	6,0	8,2	6,8	9,1	3,8	10,6	7,8
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ вразброс перед культивацией	6,9	5,1	10,9	7,6	6,6	5,9	8,5	7,0	8,7	3,6	10,9	7,7
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ перед культивацией сеялкой СУК-24 на глубину 8—10 см	10,4	7,9	13,0	10,4	8,8	7,2	11,6	9,2	12,4	5,1	13,4	10,3
P ₆₀ вразброс перед вспашкой + N ₄₀ K ₄₀ перед культивацией	6,9	4,8	10,6	7,4	4,9	5,2	7,7	5,9	8,1	3,5	9,9	7,2
N ₄₀ K ₄₀ вразброс перед вспашкой + P ₆₀ перед культивацией	6,1	4,3	10,6	7,0	5,8	5,0	8,1	6,3	9,8	3,0	10,2	7,7
Точность опыта P, %	1,20	0,70	1,10	—	0,80	1,70	1,00	—	1,17	2,30	1,35	—

Таблица 9

Эффективность минеральных удобрений в зависимости от сроков и способов их внесения, $\eta/\text{га}$ (по неудобренному варианту приведен урожай по осталым — прибавка)

Вариант опыта	Ячмень				Кукуруза				Подсолнечник			
	1966 г.	1967 г.	1968 г.	среднее	1966 г.	1967 г.	1968 г.	среднее	1966 г.	1967 г.	1968 г.	среднее
Контроль (без удобрений)	18,3	19,2	7,8	15,1	34,2	26,9	23,5	28,2	20,7	18,4	15,6	18,2
P_{60} осенью вразброс перед вспашкой	2,4	1,9	1,1	1,8	3,3	3,9	2,5	3,2	3,9	3,4	2,1	3,2
P_{60} весной вразброс перед культивацией	1,5	2,4	0,6	1,5	3,3	3,4	1,5	2,7	3,5	2,7	1,0	2,4
P_{60} сосредоточенно на глубину 8—12 см весной, при культивации зяби	3,0	3,2	1,2	2,5	4,1	4,6	3,4	4,1	4,2	4,3	2,8	3,8
$N_{40}P_{40}K_{40}$ осенью вразброс перед вспашкой	4,8	4,8	5,8	5,1	4,5	5,8	2,7	4,3	4,9	3,3	1,2	3,1
$N_{40}P_{40}K_{40}$ весной вразброс перед культивацией	7,1	6,0	5,2	6,1	4,7	5,0	1,8	3,8	4,7	2,2	0,5	2,5
$N_{40}P_{40}K_{40}$ сосредоточено на глубину 8—12 см весной при культивации зяби	9,3	7,8	6,6	7,9	5,9	6,3	3,8	5,3	7,3	3,8	1,2	4,1
P_{60} осенью вразброс перед вспашкой + $N_{40}K_{40}$ весной, перед культивацией	9,0	6,6	5,2	6,9	4,5	5,3	2,9	4,2	4,3	2,8	1,0	2,7
$N_{40}K_{40}$ осенью вразброс перед вспашкой + P_{60} весной, перед культивацией	5,2	4,7	4,9	4,9	4,3	4,7	2,6	3,9	4,2	3,0	0,7	2,7
Точность опыта P , %	1,8	1,6	1,7	—	0,6	0,3	0,9	—	1,0	0,8	1,3	—

ного удобрения. Различия в прибавках урожая кукурузы при действии фосфорного и полного минерального удобрения были менее значительны.

Для подсолнечника полное минеральное удобрение не имело преимуществ перед фосфорным. Действие полного минерального удобрения на урожай кукурузы и подсолнечника в благоприятные по увлажнению годы (1966—1967 гг.) в сравнении с засушливым (1968 г.) было выше, а на урожай ячменя очень мало изменялось в зависимости от погодных условий.

На сроки внесения фосфорного удобрения ячмень реагировал примерно одинаково. Полное минеральное удобрение действовало на ячмень более эффективно при разбросном внесении весной перед культивацией, чем осенью перед вспашкой. Значение весеннего срока внесения повышалось в годы с более благоприятными условиями увлажнения. Последнее, возможно, объясняется образованием дополнительных корней и увеличением воднорастворимых фосфатов в увлажненной почве. Вместе с тем растения ячменя более использовали азотные удобрения при весеннем сроке внесения в сравнении с осениным, что подтверждается тем вариантом опыта, где фосфорное удобрение вносили осенью перед вспашкой, а азотное и калийное — весной перед культивацией.

Для кукурузы и подсолнечника эффективность фосфорного и полного минерального удобрения в среднем за три года была большей при осеннем сроке внесения, что особенно четко проявлялось при неблагоприятных условиях увлажнения. Перенесение азотного и калийного удобрения на весну привело к снижению эффективности полного минерального удобрения на этих культурах. Следовательно, кукуруза и подсолнечник в сравнении с ячменем требуют более глубокой заделки удобрений. Это объясняется, по-видимому, характером распространения корней в почве, а также временем и скоростью поступления питательных веществ в растения по fazам роста.

Все изучавшиеся яровые культуры как в отдельные годы, так и в среднем за три года давали наибольшие прибавки урожая при локальном внесении минеральных удобрений. При локальном способе внесения при квадратно-гнездовом способе их посева. Припосевное удобрение образуя очаги с повышенной концентрацией питательных веществ, находятся в непосредственной близости к деятельной части корней, в результате чего растения лучше обеспечиваются питательными веществами в начальный период роста и в течение всей вегетации.

Припосевное удобрение

В степи УССР широко распространено в производстве внесение минеральных удобрений малыми дозами рядковым способом под зерновые колосовые культуры и гнездовым — под кукурузу и подсолнечник при квадратно-гнездовом способе их посева. Припосевное удобрение обеспечивает растения легкоусвояемыми питательными веществами в начальный период их жизни, что способствует ускорению роста растений и их корневых систем (Ратнер, 1952). Благодаря этому растения могут получать воду из более глубоких и более влажных слоев почвы, что позволяет им противостоять засухе.

Большим количеством опытов, проведенных в условиях степи УССР, установлено, что на обыкновенных черноземах лучшим удобрением для рядкового внесения под озимую пшеницу является фосфорное — гранулированный суперфосфат. При внесении гранулированного суперфосфата дозами 10—15 кг/га Р₂O₅ в рядки урожай озимой пшеницы повышается в среднем на 2,5—3 ц/га, а часто намного больше (табл. 10).

Более устойчивое повышение урожая от рядкового удобрения суперфосфатом дает озимая пшеница по непаровым предшественникам. Внесение фосфорного удобрения совместно с азотным или азотным и калийным обеспечивает дальнейшее увеличение прибавок урожая озимой пшеницы по непа-

Таблица 10

Влияние гранулированного суперфосфата (P_{10-15}) при рядковом внесении на урожайность зерна озимой пшеницы

Опытная станция	Годы	Число опытов	Урожай на контроле, ц/га	Прибавки урожая от гранулированного суперфосфата	
				ц/га	%
По чистому пару					
Эрастовская	1955, 1956—1961	11	24,6	2,6	10
Розовская	1956—1958, 1965—1968	14	35,2	1,8	5
Измаильская	1955—1958	6	20,8	3,9	19
Жеребковская	1954—1956, 1967—1968	5	30,3	0,9	3
Жеребковская *	1958—1965, 1967—1968	12	27,1	1,5	6
По непаровым предшественникам					
Эрастовская	1957—1959	6	21,1	1,8	9
Розовская	1956—1958, 1963—1964	5	20,7	2,5	12
Красноградская	1955, 1957—1958	3	26,0	3,2	12
Измаильская	1961—1962, 1964	5	19,7	1,8	9
Жеребковская	1958—1960, 1966—1968	9	22,9	3,7	16

* Предшественник — занятой пар.

ровым предшественникам. В среднем из 12 сравнимых опытов, проведенных в 1955—1968 гг. на Эрастовской, Жеребковской и Кировоградской опытных станциях, урожай озимой пшеницы по непаровым предшественникам повышался от рядкового внесения фосфорного удобрения (P_{10}) на 2,1 ц/га, азотного и фосфорного ($N_{10}P_{10}$) на 3,1 ц/га, азотного, фосфорного и калийного ($N_{10}P_{10}K_{10}$) на 3,6 ц/га, при среднем урожае без удобрений 26,7 ц/га.

Гранулированный суперфосфат (5—10 кг/га P_2O_5) при рядковом внесении под яровые колосовые культуры — ячмень и просо (табл. 11) — также дает устойчивое повышение урожая этих культур — в среднем на 1,3—2,8 ц/га зерна (Дуда, 1970; Логачев, 1970).

Добавление к суперфосфату азотного и калийного удобрения способствовало возрастанию прибавок урожая. Так, в среднем из семи опытов, проведенных на Эрастовской, Жеребковской и Измаильской опытных станциях, при внесении в рядки полного минерального удобрения по 5—10 кг/га азота, фосфора и калия урожай зерна ячменя повышался на 3 ц/га, в то время как от одного суперфосфата только на 1,2 ц/га, при среднем урожае без удобрений 17,2 ц/га.

Положительная реакция ячменя на азотное удобрение совместно с фосфорным при рядковом внесении отмечалась в опытах Измаильской опытной станции на обыкновенном маломощном малогумусном черноземе. Просо лучше реагирует на рядковое внесение азотно-фосфорного минерального удобрения. В среднем из шести опытов, проведенных на Эрастовской, Жеребковской и Измаильской опытных станциях, внесение в рядки при посеве проса азотного и фосфорного удобрения (N_5P_{10}) повышало урожай на 4,2 ц/га, или на 1,3 ц/га больше, чем при внесении одного фосфорного, при урожае на контроле 18 ц/га.

Кукуруза и подсолнечник наиболее эффективно используют припосевное удобрение при гнездовом способе внесения. Этот способ был разработан ВНИИ кукурузы, широко изучен в опытной сети института, проверен в про-

Таблица 11

Эффективность гранулированного суперфосфата при рядковом внесении под ячмень и просо

Опытная станция	Годы	Число опытов	Урожай зерна без удобрений, ц/га	Прибавки от суперфосфата (P_{5-10} , ц/га)
Ячмень				
Эрастовская	1955—1957	3	19,9	2,2
Жеребковская	1956	1	21,8	1,9
Измаильская	1955—1956, 1959	3	15,1	1,5
Красноградская	1958, 1960	2	26,7	1,4
Геническая	1965—1966	2	23,2	1,3
Просо				
Эрастовская	1953, 1956—1957	3	17,0	2,6
Жеребковская	1955—1956	2	20,2	2,8
Измаильская	1955—1956, 1959—1960	4	20,0	2,6
Одесская	1951	1	17,5	2,4

изводственных условиях и рекомендован для внедрения в колхозно-совхозное производство.

На обыкновенных черноземах степи в гнезда под кукурузу и подсолнечник при посеве рекомендуется вносить гранулированный суперфосфат из расчета 5—8 кг P_2O_5 на гектар. В производстве внесение суперфосфата в гнезда осуществляется квадратно-гнездовыми сеялками, оборудованными туковысеивающими приспособлениями, позволяющими размещать удобрения в гнездах на 3—5 см в сторону и на 2—3 см глубже заделки семян. Вносить удобрения гнездовым способом вместе с семенами не рекомендуется, так как это приводит к задержке прорастания семян и снижению их полевой всхожести. По данным опытных станций ВНИИ кукурузы и практики, гнездовое внесение суперфосфата на черноземах степи повышает урожайность зерна кукурузы на 2—4 ц/га, а семян подсолнечника на 2—3 ц/га (табл. 12).

Таблица 12

Эффективность гранулированного суперфосфата при гнездовом внесении под кукурузу и подсолнечник

Опытная станция	Годы	Число опытов	Урожай зерна без удобрений, ц/га	Прибавка урожая от суперфосфата (P_{5-8} , ц/га)
Кукуруза				
Эрастовская	1951—1953,	61	25,6	3,7
	1955—1968			
Розовская	1956—1962	11	26,3	2,2
Донецкая	1956—1958	4	34,1	4,3
Жеребковская	1955—1960, 1962—1963	8	39,1	3,7
Измаильская	1955—1965	27	44,6	2,4
Подсолнечник				
Эрастовская	1953, 1955—1956	3	15,9	1,8
Опытное хозяйство ВНИИК	1960	1	16,2	3,0
Измаильская	1955—1956	2	21,4	2,0

Опытами ВНИИ кукурузы установлена возможность использования на черноземах для гнездового внесения под кукурузу и таких форм фосфорных удобрений, как двойной суперфосфат, аммофос, преципитат, обесфторенный фосфат, фосфатшлак. В опытах эти формы фосфатов при гнездовом внесении по эффективности почти не уступали гранулированному суперфосфату.

При посеве кукурузы пунктирным способом гранулированные фосфорные удобрения вносят в рядки, но норму внесения их при этом в 2 раза увеличивают по сравнению с гнездовым способом. При использовании рядкового и гнездового способов внесения удобрений под зерновые культуры следует иметь в виду, что высокая их эффективность достигается на участках (полях), не заправленных или слабо заправленных основным удобрением.

Подкормки

Подкормки минеральными удобрениями применяются как мероприятие направленного улучшения условий питания растений в наиболее ответственные периоды их вегетации. Эффективность подкормок определяется многими факторами: предшествующей удобренностю поля, составом удобрений, дозой и сроком их внесения, особенностями погодных условий и т. п. Чаще всего необходимость в подкормке возникает на участках, где не вносили основное и рядковое удобрение.

В условиях степной зоны республики опытные станции ВНИИ кукурузы изучали эффективность минеральных удобрений различного состава при подкормках озимой пшеницы и кукурузы.

Озимая пшеница. Изучение эффективности подкормок озимой пшеницы проводилось при осеннем и весеннем сроках внесения минеральных удобрений. По данным исследований, осенняя подкормка укрепляет растения перед зимовкой—способствует их лучшей закалке, делает более зимостойкими (Задонцев, 1940, 1949; Власюк и др., 1960; Колоша, Предко, 1960; Задонцев и др., 1965). В одном из опытов ВНИИ кукурузы при обеспеченности посева озимой пшеницы фосфорным удобрением к весне сохранилось 76% растений, при обеспеченности фосфорным и калийным — 85%, тогда как без удобрений — только 49%.

В опытах на Эрастовской опытной станции в среднем за четыре года (1965—1968 гг.) урожай озимой пшеницы по чистому пару без внесения удобрений составлял 36,3 ц/га, а при применении осенней подкормки фосфорно-калийным удобрением по 30 кг/га питательных веществ — 39 ц/га.

В ряде опытов положительные результаты получались при осенних подкормках озимой пшеницы азотно-фосфорным и полным минеральным удобрением. Так, в опытах на Розовской опытной станции в среднем за 1965—1968 гг. осенняя подкормка озимой пшеницы по чистому пару азотно-фосфорным удобрением ($N_{30}P_{30}$) повышала урожай на 2,5 ц/га, при урожае на контроле 41,2 ц/га, а в опытах Красноградской опытной станции за те же годы подкормка фосфорным (P_{30}) удобрением повышала урожай озимой пшеницы по непаровым предшественникам на 3 ц/га, полным — на 4,4, при урожае зерна без удобрений 23,2 ц/га.

В южных и юго-западных районах УССР на обыкновенных малогумусных черноземах (Измаильская опытная станция, 1965—1967 гг.) с более благоприятными условиями перезимовки хорошие результаты дает осенняя подкормка озимой пшеницы одним азотным удобрением. Но следует избегать излишнего питания азотом, так как это может привести к образованию у растений рыхлоклеточных тканей и к снижению морозостойкости.

Приведенные данные не позволяют отдать преимущество какой-либо из этих комбинаций удобрений при осенней подкормке озимой пшеницы. В опытах ВНИИ кукурузы, проведенных в период 1935—1939 гг., эффективность осенних и весенних фосфорных и фосфорно-калийных подкормок озимой пшеницы была почти одинаковой, азотные удобрения в сочетании

Таблица 13

Эффективность минеральных удобрений при весеннеей подкормке озимой пшеницы

Опытная станция	Годы	Предшественники	Урожай на контроле, ц/га	Прибавки урожая от удобрений, ц/га		
				N_{30}	(NP_{30})	$(NPK)_{30}$
Эрастовская	1969	Пар чистый	19,2	0,5	1,5	2,0
»	1969	Непаровые	14,5	1,7	1,3	2,7
Опытное хозяйство ВНИИК	1966—1968 (4 опыта)	Пар занятой	24,0	2,8	3,2	5,3
Розовская	1965—1968	Пар чистый	40,1	2,5	3,2	—
Красноградская	1965—1968	Непаровые	22,9	—	3,5	3,5
Жеребковская	1965—1968		28,5	—	1,0	3,7
Измаильская	1966—1968	Пар занятой	29,7	2,4	5,2	1,7
»	1966—1968 (8 опытов)	Непаровые	26,3	3,3	3,9	4,1

с фосфорными при осеннеей подкормке вызывали депрессию урожая зерна в связи с более сильным поражением ржавчиной, чем при весеннеей подкормке, а в отдельных (Синельниковская опытная станция, 1939 г.) азотное удобрение в сочетании с фосфорным при весеннеей подкормке было эффективней, чем при осеннеей.

Результаты опытов, проведенных в последние годы по изучению эффективности весенних подкормок минеральными удобрениями, указывают на преимущественное значение для весенних подкормок озимой пшеницы азотно-фосфорного и полного минерального удобрения (табл. 13).

Несколько худшие результаты, но также в основном положительные в этих опытах давала весенняя подкормка одним азотным (N_{30}) удобрением на озимой пшенице по непаровым предшественникам и занятым парам. В среднем из 25 опытов, проведенных за последние годы в степи, подкормка озимой пшеницы азотно-фосфорным удобрением ($N_{30}P_{30}$) повышала урожай зерна на 3,2 ц/га, полным минеральным удобрением ($N_{30}P_{30}K_{30}$) — на 3,7 ц/га, а азотным (N_{30}) в среднем из 21 опыта — на 2,7 ц/га.

В отдельные, благоприятные по погодным условиям годы, отличавшиеся влажной и продолжительно прохладной весной, прибавки урожая зерна озимой пшеницы по непаровым предшественникам от подкормок теми же удобрениями достигали 5—7 ц/га. Однако нельзя не отметить, что действие подкормок на урожай озимой пшеницы в условиях степи по годам весьма неустойчиво. Из 237 опытов, проведенных в сети опытных станций ВНИИ кукурузы за последние годы, больше чем в 30 % случаев прибавок урожая от подкормок или вовсе не получено, или они не превышали 1 ц/га. Подкормки не заменяют основного удобрения, а являются дополнительным мероприятием по повышению урожая озимой пшеницы. Перенесение части азотного удобрения из основного в подкормку в подавляющем большинстве проведенных опытов также не давало дополнительного повышения урожая.

Кукуруза. Наибольшее потребление питательных веществ кукурузой, как известно, происходит за две-три недели до выбрасывания метелок. Вместе с тем она предъявляет большие требования к обеспечению легкоусвояемыми питательными веществами и в более ранний период — в период образования 4—6 листочков, что совпадает с началом формирования генеративных органов. Недостаток в почве питательных веществ в эти периоды приводит к недобору урожая. Поэтому удобрения следует вносить не только

в допосевной и посевной периоды, но также и в период вегетации, т. е. проводить подкормку растений.

Исследованиями установлено, что на обычновенных черноземах кукуруза лучше всего реагирует на подкормки азотным и фосфорным минеральным удобрением как при отдельном, так и при совместном их внесении.

В опытах 1957—1959 гг. на Эрастовской опытной станции подкормка кукурузы в фазе 3—5 листочков азотным удобрением (аммиачная селитра, N_{20}) повышала урожай зерна в среднем на 2,6 ц/га, а азотным и фосфорным удобрением (суперфосфат, $N_{20}P_{20}$) — на 4,3 ц/га. На Измаильской опытной станции от подкормок теми же удобрениями в период, когда растения имели высоту 50—60 см, урожай зерна кукурузы в среднем за два года (1959, 1962 гг.) повышался на 2,7 ц/га. В опытах Донецкой опытной станции в среднем за 1957—1959 гг. подкормка азотно-фосфорным удобрением ($N_{20}P_{20}$) в фазу 3—5 листочков на фоне 20 т/га полуперепревшего навоза, внесенного под вспашку, повышала урожай зерна кукурузы на 6,4 ц/га.

Эффективность подкормок кукурузы зависит от сроков их проведения, глубины заделки удобрений в почву и расстояния от рядков растений. Более высокие прибавки урожая кукурузы обычно получаются при внесении удобрений в подкормку в ранние (3—5 листочков) фазы роста растений. Так, в опытах Эрастовской опытной станции от подкормки кукурузы азотно-фосфорным удобрением по 20 кг действующих веществ на гектар в фазе 3—5 листочков урожайность зерна в среднем за три года (1957—1959 гг.) повышалась на 4,3 ц/га, а в фазу, когда растения достигли высоты 50—60 см, — на 3,5 ц/га. В аналогичных опытах Жеребковской опытной станции в среднем за 1955—1957 гг. подкормка теми же удобрениями в ранний срок повышала урожай зерна кукурузы на 6,1 ц/га, а в поздний — на 4,9 ц/га.

Внесение удобрений в два срока — половина дозы в фазу 3—5 листочков и половина при высоте растений 50—60 см — в сравнении с внесением полной дозы удобрений только в один ранний срок не способствует дальнейшему повышению урожая кукурузы.

Глубина заделки удобрений при подкормке кукурузы зависит от влажности почвы. При первой подкормке лучшие условия увлажнения обычно складываются на глубине 6—8 см, а при второй — на глубине 10—12 см.

Опытами также установлено, что при подкормке кукурузы в ранние сроки (фаза 3—5 листочков), когда корневая система развита сравнительно слабо, удобрения лучше используются при внесении их в почву на расстоянии 15 см, а в более поздние сроки — на расстоянии 25 см от рядка растений.

Хорошо реагирует кукуруза на подкормку жидким азотным удобрением — аммиачной водой (Артюхов, 1966). В опытах на Эрастовской опытной станции за 1958—1960 гг. аммиачная вода (N_{20}) при внесении в подкормку в фазе 3—5 листочков повышала урожай зерна кукурузы в среднем на 3,7 ц/га.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ НАВОЗА И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В СЕВООБОРОТЕ

Выше нами показано действие удобрений на урожай культур в опытах, проведенных обычно вне севооборотов, на фоне высокой агротехники, но, как правило, на участках, не получавших в предыдущие три — пять лет удобрений. Результаты таких опытов еще не дают истинного представления об эффективности удобрений при внесении их в севооборотах.

В севообороте на эффективность удобрений оказывает влияние более широкий комплекс факторов, определяющих величину урожаев отдельных культур и продуктивность севооборота в целом, а именно: состав самих удобрений, культура, под которую они внесены, насыщенность севооборота удобрениями, длительность их действия, состав культур в севообороте,

Таблица 14

Эффективность минеральных удобрений с учетом последействия в сравнении с их действием при повторном внесении в звене севооборота

Годы	Культура звена севооборота	Урожай зерна без удобрений, ц/га	Прибавки урожая, ц/га от удобрений				
			P	PK	NK	NP	NPK
Удобрялась только первая культура, а на второй и третьей учитывали последействие							
1964—1966	Озимая пшеница	23,3	4,9	5,2	1,1	5,0	7,4
1965—1967	»	27,7	4,1	5,1	4,0	7,2	6,5
1966—1968	Кукуруза	22,5	2,5	3,1	3,5	3,4	3,1
	Сумма	68,5	11,5	13,4	8,6	15,6	17,0
Удобрялась каждая культура звена							
1965—1967	Озимая пшеница (вторая культура звена)	24,9	3,3	4,5	4,5	6,2	6,2
1966—1968	Кукуруза	23,9	1,8	1,5	2,6	2,7	4,5
	Сумма	72,1	10,0	11,2	8,2	13,9	18,1

особенности обработки почвы и т. п. Убедительным подтверждением этого являются результаты длительных стационарных опытов, проводимых на опытных станциях зоны в многопольных севооборотах и в отдельных их звеньях (Артюхов, 1964; Артюхов, Дуда, 1967).

На Эрастовской опытной станции (обыкновенный малогумусный чернозем) в течение последних лет выясняли эффективность минеральных удобрений различного состава в зависимости от частоты их внесения. Опыты закладывали в звене севооборота озимая пшеница — озимая пшеница — кукуруза, причем предшественником первой озимой пшеницы являлась кукуруза, убираемая на силос при молочно-восковой спелости. Каждую опытную делянку делили пополам: на одной половине минеральные удобрения различного состава дозами по 40 кг/га действующих веществ вносили только под первую озимую пшеницу (на второй озимой пшенице и кукурузе учитывалось их последействие), а на второй половине делянок удобрения того же состава и доз вносили ежегодно под первую и вторую озимую пшеницу, а также под кукурузу.

Последействие минеральных удобрений и их действие при повторном внесении на второй озимой пшенице было примерно одинаковым (табл. 14). Последействие тех же минеральных удобрений на третьей культуре — кукурузе — заметно снижалось, но также в среднем приближалось к их действию при повторном внесении. Следовательно, высокое последействие минеральных удобрений фактически снимало дополнительный эффект от тех же удобрений при повторном внесении.

Суммарный эффект за ротацию звена при ежегодном внесении полного минерального удобрения ($N_{40}P_{40}K_{40}$ — лучший вариант) в среднем лишь на 1,1 ц/га зерна превосходил сумму прибавок урожая, полученную от одноразового внесения NPK, но в первом случае понадобилась в 3 раза большая их доза.

Высокое последействие полного минерального удобрения на кукурузе — второй культуре звена — и слабое на ячмене — третьей культуре в звене севооборота озимая пшеница — кукуруза — ячмень — наблюдалось и в опытах Розовской опытной станции на обыкновенном слабовыщелоченном черноземе (табл. 15).

Из данных этих опытов следует, что на обыкновенном малогумусном, а также слабовыщелоченном черноземах нецелесообразно ежегодное вне-

Таблица 15

Эффективность минеральных удобрений с учетом их последействия в звене севооборота *

Годы	Культура звена севооборота	Урожай зерна без удобрений, ц/га	Прибавки урожая от удобрений, ц/га
Розовская опытная станция — $N_{40}P_{40}K_{40}$ (обыкновенный слабовыщелоченный малогумусный чернозем)			
1966—1967	Озимая пшеница	27,7	5,3
1967—1968	Кукуруза	39,3	3,2
1968	Ячмень	18,7	1,3
	Сумма	85,7	9,8
Измаильская опытная станция — $N_{40}P_{40}K_{40}$ (обыкновенный малогумусный чернозем)			
1965—1967	Озимая пшеница	28,4	11,7
1967	Кукуруза	35,8	1,0
1967	Ячмень	9,0	0,8
	Сумма	73,2	13,5
Жеребковская опытная станция — $N_{40}P_{20}K_{40}$ (мощный слабовыщелоченный чернозем)			
1965—1966	Озимая пшеница	29,5	9,2
1966—1968	»	22,7	1,3
	Сумма	55,2	10,5

* Удобрения вносили под первую культуру звена севооборота (озимая пшеница).

сение удобрений в звеньях севооборота озимая пшеница — озимая пшеница — кукуруза (или озимая пшеница) — кукуруза — ячмень. Достаточно внести полное минеральное удобрение оптимальными дозами азота, фосфора и калия один раз, под первую культуру — озимую пшеницу, с тем чтобы получить высокие эффекты и на следующих одной-двух культурах за счет последействия этих удобрений. Однако этот вывод нельзя распространить на другие разности обыкновенного чернозема, где последействие удобрений проявляется значительно слабее.

Как видно из данных табл. 15, слабое последействие минеральных удобрений наблюдалось на озимой пшенице в опытах Жеребковской опытной станции (мощный слабовыщелоченный чернозем) и практически отсутствовало на кукурузе и ячмене в опытах Измаильской опытной станции (обыкновенный малогумусный чернозем). Объясняется это, вероятно, полученными более высокими прибавками урожая первой озимой пшеницы, значительно исчерпавшей действие удобрений, и, возможно, способностью этих почв частично закреплять фосфор удобрений в труднодоступные для растений формы фосфатов. На таких почвах при достатке удобрений в хозяйстве, очевидно, полезно более частое их внесение в севообороте, но этот вопрос требует дополнительных исследований.

В опытах на Красноградской опытной станции (обыкновенный среднегумусный чернозем) решался вопрос о месте внесения полного минерального удобрения ($N_{30}P_{60}K_{30}$) под горох или под озимую пшеницу в звене севооборота горох — озимая пшеница — кукуруза. Полученные данные показали, что это обусловливается отзывчивостью культур на удобрения и их хозяйственным значением (табл. 16). В данном случае в зависимости от потребности хозяйств в той или иной продукции возможно внесение удобрений и под горох, и под озимую пшеницу. На повышении продуктивности звена севооборота это оказывается почти одинаково, но урожай зерна озимой пшеницы значительно выше во втором случае.

Таблица 16

Влияние удобрений на продуктивность звена севооборота, ц/га

Культура звена севооборота	Годы	Урожайность без удобрений	Прибавки урожая от внесения удобрений	
			под горох	под озимую пшеницу
Горох	1964—1968	13,0	3,3	—
Озимая пшеница	1965—1968	23,1	4,6	7,8
Кукуруза	1966—1968	24,9	2,4	3,0
Сумма		61,0	10,3	10,8

Аналогичный вывод был сделан на основании многолетних данных стационарных опытов, проведенных на Эрастовской и Жеребковской опытных станциях, по изучению места внесения навоза в сочетании с минеральными удобрениями в севообороте (табл. 17). Несколько более высокая продуктивность севооборота по валовому сбору зерна за ротацию (на 1,3—1,6 ц/га) получена на вариантах, где навоз вносили под первую или вторую после пары озимую пшеницу. Объясняется это более длительным его последействием.

Из приведенных материалов следует, что при практическом решении вопроса о частоте и месте внесения удобрений в севообороте необходимо принимать во внимание особенности почвы, значение культуры для хозяйства, ее отзывчивость на удобрения и длительность последействия. Важно учитывать также влияние на урожай различных фонов, создаваемых систематическим применением удобрений, и эффективность удобрений при повторном их внесении под культуры севооборота. Значение таких фонов можно показать на примере с кукурузой, высеваемой в замыкающем вторую ротацию поле девятипольного севооборота в стационарном опыте, проводимом на Эрастовской опытной станции ВНИИ кукурузы (Артиухов, Козырь, 1968). На отдельных вариантах этого опыта навоз и минеральные удобрения вносили под культуры первой ротации девятипольного севооборота, а во второй ротации изучали их последействие.

Таблица 17

Влияние навоза и минеральных удобрений на продуктивность севооборота

Чередование культур* и размещение удобрений в севообороте					Сумма урожая зерна с шести полей за ротацию севооборота, ц/га	Сумма прибавок урожая от удобрений за ротацию севооборота	
озимая пшеница (по пару), 2-е поле	озимая пшеница, 3-е поле	кукуруза, 4-е поле	ячмень, 5-е поле	озимая пшеница по пласту трав, 8-е поле			
Без удобрений							
H-20**	(NPK) ₃₀	—	(PK) ₃₀	P ₃₀	112,4	139,9	—
(PK) ₃₀	H-20	—	(NPK) ₃₀	P ₃₀	135,6	156,9	23,2
(PK) ₃₀	(NPK) ₃₀	H-20	—	P ₃₀	135,9	157,7	23,5
(PK) ₃₀	(NPK) ₃₀	—	H-20	P ₃₀	134,3	156,7	21,9
				—	134,5	—	16,8
(1948—1959 гг.)							
Жеребковская*** оп. (1948—1955 гг.)							
Эрастовская оп. станция (1948—1953 гг.)							
—							
Жеребковская оп. станция (1948—1959 гг.)							
—							

* 1-е поле в севообороте занималось чистым паром, а 6-е и 7-е — многолетними травами.

** H-20 соответствует 20 т/га навоза.

*** На Жеребковской станции по обороту пласта высевали ячмень.

Действие и последействие удобрений при сравнительно невысоком насыщении ими севооборота (20 т/га навоза, по 30 — 60 кг/га фосфора и калия и 30 кг/га азота за первую ротацию) почти полностью исчерпывалось культурами, предшествовавшими кукурузе. В среднем за ряд лет прибавки урожая зерна кукурузы на таких фонах не превышали $1,2$ — $1,3 \text{ ц/га}$. В практике в подобных случаях должен ставиться вопрос о внесении удобрений непосредственно под посев культур, размещаемых в севообороте по аналогичным фонам, в данном случае под кукурузу.

На более высоком фоне по насыщению севооборота удобрениями за первую ротацию (90 кг/га азота, 240 кг/га фосфора и 120 кг/га калия в сочетании с 20 т/га навоза) прибавки урожая кукурузы в замыкающем вторую ротацию поле севооборота возрастили в среднем до 4 ц/га зерна. Здесь вопрос о дополнительном внесении удобрений непосредственно под кукурузу может решаться положительно только при достатке их в хозяйстве.

При внесении удобрений и во второй ротации севооборота на фоне последействия удобрений, внесенных за первую ротацию, урожай зерна кукурузы в замыкающем вторую ротацию поле возрастил тем больше, чем выше была насыщенность севооборотов удобрениями. Так, за счет последействия 40 т/га навоза, внесенного за две ротации севооборота (20 т/га за первую и 20 т/га за вторую ротацию), урожай зерна кукурузы повышался в среднем на $2,1$ — $2,9 \text{ ц/га}$, а при удвоенной норме его внесения, по 40 т/га за каждую ротацию, — на 4 — 6 ц/га . Последействие при более высоком насыщении севооборота удобрениями (40 т/га навоза в сочетании с минеральными удобрениями $N_{90}P_{150}K_{120}$ за каждую ротацию девятипольного севооборота) обусловило прибавки урожая кукурузы в замыкающем вторую ротацию поле севооборота в среднем за ряд лет до 8 ц зерна на гектар. Приведенные примеры показывают, что под влиянием систематического применения органических и минеральных удобрений возрастает эффективное плодородие почвы.

По данным определений, проведенных в том же стационарном опыте, навоз, внесенный в количестве 60 — 80 т/га за 16 — 18 -летний период (две ротации севооборота), повысил содержание гумуса в пахотном слое обыкновенного чернозема на $0,17$ — $0,27\%$. Заметно увеличилась и биологическая активность чернозема. Например, на делянках, где за две ротации севооборота было внесено 80 т/га навоза, из почвы выделялось углекислоты на 17 — 87% больше, а при внесении за тот же период и минеральных удобрений ($N_{180}P_{300}K_{240}$) — на 36 — 173% больше, чем на контрольных делянках.

Установлена прямая зависимость водопроницаемости обыкновенного чернозема от насыщения севооборота удобрениями. В среднем за два года (1965—1966 гг.) за одно и то же время (3 часа) почва, получившая за две ротации севооборота 40 т/га навоза и $N_{180}P_{300}K_{240}$ минеральных удобрений, впитывала воды в полтора раза больше, а почва, получившая 80 т/га навоза в сочетании с тем же количеством минеральных удобрений ($N_{180}P_{300}K_{240}$), впитывала воды почти в два с половиной раза больше, чем неудобренная.

Способность почвы под влиянием удобрений повышать водопроницаемость, быстрее и на большую глубину впитывать воду, что позволяет лучше использовать осадки (в частности, ливневые) и больше запасать воды, имеет особенно большое практическое значение в условиях степи.

В описанном девятипольном севообороте стационарного опыта, где шесть-семь полей занимают зерновые культуры, внесение за ротацию 40 т/га навоза и $N_{90}P_{150}K_{120}$ минеральных удобрений (такая насыщенность севооборота удобрениями в условиях опыта была близка к оптимальной) увеличивало валовые сборы зерна за первую и вторую ротации соответственно на $34,5$ и $36,6 \text{ ц/га}$. Вместе с тем исследованиями выяснено неодинаковое использование зерновыми культурами питательных элементов в ротациях севооборота, что, как нам кажется, в значительной степени обуславливается составом культур.

Таблица 18

Относительное значение отдельных элементов питания * в повышении урожая зерновых культур в севообороте

Ротация севооборота	N	P	K
Первая	21	69	10
Вторая	31	54	15

* Значение отдельных элементов питания вычислено по разнице приростов урожая зерна от действия NPK и парных сочетаний PK, NK и NP.

Повышение продуктивности севооборота в первой ротации, где кроме чистого пара и шести полей зерновых (в том числе одного поля кукурузы) два поля занимали многолетние травы (люцерна), обеспечивалось в основном за счет действия фосфора удобрений.

Во второй ротации севооборота, при ином составе культур (многолетние травы в двух полях были заменены кукурузой) в повышении продуктивности, при сохранении ведущей роли фосфора удобрений, возрастила роль азота и калия (табл. 18).

При практическом построении системы удобрений в севообороте эта особенность действия удобрений должна приниматься во внимание. Соотношение между азотом, фосфором и калием в удобрениях должно изменяться в соответствии с насыщенностью севооборота удобрениями за предыдущие ротации и составом культур в последующих ротациях.

ЛИТЕРАТУРА

- Артюхов И. К. Роль добрев у підвищенні врожаю озимої пшениці в Степу України. — Сільське господарство України, 1946, № 6.
- Артюхов И. К. Удобрения польowych культур в Степу України. Киев — Харьков, Госсельхозиздат УССР, 1949.
- Артюхов И. К. Эффективность навоза и минеральных удобрений в зависимости от насыщения ими севооборота на черноземных почвах Степи УССР. — В сб. «Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы и продуктивность севооборотов», вып. 2. М., 1964.
- Артюхов И. К. Эффективность некоторых форм азотных удобрений и способы применения аммиачной воды под кукурузу на черноземах. — В сб. «Азотные удобрения». М., «Колос», 1966.
- Артюхов И. К., Борисоник З. Б., Стебун И. Ф. Сроки и способы внесения минеральных удобрений под ячмень. — В сб. «Основные выводы по полевым опытаам за 1945—1947 гг.» Днепропетровск, 1948.
- Артюхов И. К., Буряк И. П. Ефективність дії різних форм фосфорних добрев на врожай кукурудзи. — Вісник с.-г. науки, 1961, № 3.
- Артюхов И. К., Буряк И. Ф., Лютий Н. Г. Правильно использовать удобрения при основном внесении в разных зонах. — Кукуруза, 1969, № 7.
- Артюхов И. К., Дуда Г. Г. Вплив різних форм фосфорних добрев на урожай озимої пшениці в степової зоні України. — Вісник с.-г. науки, 1962, № 11.
- Артюхов И. К., Дуда Г. Г. О системе удобрения в севооборотах, осваиваемых колхозами и совхозами степной зоны УССР. — В сб. «Методические указания по географической сети опытов с удобрениями», вып. 14. М., 1967.
- Артюхов И. К., Золотов В. И., Рябушко Г. В. Эффективность органических и минеральных удобрений при основном и гнездовом внесении под кукурузу и подсолнечник. — В сб. «Местные органические удобрения Украинской ССР». Киев, Изд-во АН УССР, 1957.
- Артюхов И. К., Катрич М. И., Мажара Г. М. Способы эффективного использования минеральных удобрений под яровую пшеницу. — В сб. «Основные выводы по полевым опытаам за 1945—1947 гг.» Днепропетровск, 1948.
- Артюхов И. К., Козырь Н. Ф. Влияние систематического применения навоза и минеральных удобрений на свойства обыкновенного чернозема и продуктивность кукурузы. — Агрохимия, 1968, № 2.
- Артюхов И. К., Лютий М. Г. Ефективність і способи використання мінеральних добрев

- під горох на звичайних черноземах Степу УРСР.— В сб. «Землеробство», вип. 4, 1965.
- Артюхов І. К., Рябушко Г. В., Лютий М. Г. Ефективність мінеральних добрив на посівах озимої пшениці в залежності від її попередників. Сільськогосподарська інформація, 1969, № 5.
- Власюк П. А., Проценко Д. Ф., Гурелеева М. А. Физиолого-біохіміческие процессы у растений озимой пшеницы в осенне-зимний период в связи с различной зимостойкостью. — В сб. «Зимостойкость озимой пшеницы». Київ, Ізд-во УАСХН, 1960.
- Вышинский А. М. Органические удобрения. Київ, 1965.
- Гоппе Г. С., Артюхов И. К. Влияние минеральных удобрений на урожай озимой пшеницы по различным предшественникам. — В сб. «Итоги работ УНИИЗХ за 1939 г.», ч. II, Днепропетровск, 1940.
- Дуда Г. Г. Влияние органических и минеральных удобрений на урожай ячменя и овса. — В сб. «Основные выводы по полевым опытам на Эрастовской опытной станции (1948—1968 гг.)». Днепропетровск, 1970.
- Дуда Г. Г., Жемела Г. П. Значение соотношения минерального питания в повышении урожая и качества зерна озимой пшеницы. — Агрономия, 1970, 8.
- Задонцев А. И. Влияние основных элементов минерального питания на морозостойкость озимой пшеницы. — В сб. «Итоги работ УНИИЗХ за 1939 г.» Днепропетровск, 1940.
- Задонцев А. И. Агротехнические приемы повышения зимостойкости озимой пшеницы.— В кн. «Основные результаты селекционно-опытной работы (1945—1948 гг.). Сибирьниковская селекционно-опытная станция УНИИЗХ». Днепропетровск, 1949.
- Задонцев А. И., Бондаренко В. И., Повзик М. М. Зимостійкість, вологозабезпеченість та продуктивність озимої пшениці в Степу УРСР.— Зб. «Озима пшениця на Україні». Київ, «Урожай», 1965.
- Колоша И. Л., Предко И. Г. Вплив добрив на врожай озимої пшениці, ща висівається після вико-віссяної суміші. — Вісник с.-г. науки, 1960, № 6.
- Логачев Н. И. Внесение органических и минеральных удобрений малыми нормами под просо. — В сб. «Основные выводы по полевым опытам на Эрастовской опытной станции (1948—1968 гг.)». Днепропетровск, 1970.
- Мамченков И. П. Навоз и компосты. М. Сельхозгиз, 1955.
- Прянишников Д. Н. Агрономия. Огиз-Сельхозгиз, 1940.
- Ратнер Е. И. К рационализации системы питания растений. — В кн. «Вопросы траво-польной системы земледелия», т. 1. М., Изд-во АН СССР, 1952.

АГРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ КРЫМА

УСЛОВИЯ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ И ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ

Территория Крымского полуострова подразделяется на две части — равнинную (степную) и горную; на долю первой приходится $\frac{4}{5}$ общей площади. Развитие рельефа в четвертичном периоде проходило на фоне двух процессов — медленного поднятия горного Крыма и периодических колебаний степного Крыма. Следствием первого процесса явилось формирование глубоких ущелий в верховьях рек, крутых эрозионных обрывов и вообще молодой эрозионной сети, врезанной в древние плоские нагорья. Второй процесс привел к террасированию речных долин.

На Крымском полуострове выделяются несколько геоморфологических районов, различных по рельефу. На севере обособляется наиболее пониженная пологоволнистая территория — Присивашский геоморфологический район. Балки и речные долины здесь в недавнем геологическом прошлом заливались водами Азовского моря. При отступлении моря берега Сиваша приобрели сложные, иногда весьма причудливые очертания.

Степной геоморфологический район разделяется на три подрайона: центрально-степной, Тарханкутский и Керченский полуострова. Для центрально-степного подрайона характерен пологоволнистый спокойный рельеф. Равнина местами прорезается балками, оврагами, речными долинами и имеет слабый уклон к северу. Рельеф Керченского полуострова неоднородный. На северо-востоке к рытообразные котловины и широкие продольные равнины сочетаются с грядообразными повышениями — гравами. Юго-западная часть полуострова равнинная, но равнинность здесь нарушается широкими балками и лощинами.

Горный Крым включает в себя три гряды гор. Главная гряда, идущая параллельно берегу Черного моря, слагается из платообразных массивов. Наивысшая ее точка — Роман-Кош (1545 м). Вторая гряда значительно ниже Главной; третья гряда понижается к северу и постепенно переходит в степную равнину.

Крым характеризуется большим разнообразием материнских пород. В Присивашье почвы развиваются на тяжелых карбонатных гипсоносных суглинках и глинах, в разной степени засоленных. В понижениях почвообразующей породой являются сизовато-серые засоленные глины. Почвообразующие породы в центрально-степной части представлены четвертичными желто-бурыми карбонатными тяжелыми лёссовидными суглинками и глинами. В западной части мыса Тарханкут почвы развиваются на красно-бурых глинах, которые залегают на сарматских известняках и являются элювием этих известняков.

Гравы и их склоны в северо-восточной части Керченского полуострова сложены плотными изверженными породами, продольные межгривные долины — лёссовидными глинами и известняковым элювием. Почвообразующими породами в днищах замкнутых котловин и на всей юго-западной равнинной части полуострова являются третичные, тяжелые, в разной степени засоленные глины. Повсеместно на территории степного Крыма по склонам балок и оврагов на дневную поверхность выходят ракушечники, известняки и другие осадочные породы. По долинам степных речек почвы развиваются на современном и древнем переотложном аллювии.

Таблица 1

Основные показатели теплового режима Крымского полуострова
 [средние многолетние данные]

Показатель	Южный склон		Вершины гор		Центр северного предгорья (Симферополь)	Западное побережье (Евпатория)	Восточное побережье (Стрелковое)	Центр степи (Каслинино)	Присивашье (Армянск)
	восток (Судак)	запад (Ялта)	восток (Каралы-Яй-ла)	запад (Ай-Петри)					
Средняя температура за год, °C	11,9	12,5	6,7	5,7	10,2	11,5	10,3	10,2	10,1
Средняя температура июля, °C	23,1	23,5	17,2	15,4	21,5	24,0	23,3	23,4	23,0
Средняя температура февраля, °C	-1,9	+3,1	-4,2	-3,9	-0,8	+1,1	-2,5	-3,7	-2,0
Число дней со среднесуточной температурой 10° C	202	214	148	129	186	190	184	186	172
Годовая сумма температур свыше 10 °C	3680	3830	2110	1646	3130	3450	3484	3480	3250
Продолжительность безморозного периода, дни	234	255	163	147	172	221	217	165	180
Средняя минимальная температура, °C	-13	-8	-20	-19	-19	-17	-18	-22	-21

В горном Крыму третья и вторая гряды сложены меловыми и третичными осадочными породами (глины, мергели, известняки, конгломераты, песчаники). В пределах второй и третьей гряд почвы развиваются на элювии и на переотложенных продуктах этих пород. Главная гряда по сложению неоднородна. Для платообразных массивов характерны известняки и сланцы, отложения мезозоя, а массивы Аю-Даг, Костель, Чамно-Бурун и другие сложены диоритовыми или диорит-порфиритовыми плотными породами. Почвы на южном побережье развиваются на элювии и в основном — на делювии песчаников и глинистых сланцев юрского и мелового периодов.

Климат в степной части Крыма континентальный, с жарким и сухим летом и прохладной зимой, с неустойчивым снежным покровом. В горах лето умеренно теплое, зима холодная и снежная. На южном берегу средиземноморский климат — теплое солнечное лето и мягкая зима с преобладанием зимних дождей. Снег выпадает редко и быстро тает.

По годовому количеству осадков М. А. Кочкин (1964) подразделяет Крым на шесть районов: сухой (около 75 тыс. га) с годовым количеством осадков до 350 мм; засушливый (1,5 млн. га) — от 315 до 450 мм; полу-сухой (около 93 тыс. га) — 451—550 мм; среднеувлажненный (180 тыс. га) — 551—700 мм; увлажненный (свыше 40 тыс. га) — 701—900 мм; влажный (10,5 тыс. га) — более 900 мм.

Выделенные районы существенно различаются и по характеру распределения осадков в течение года. Максимум их выпадает на южных склонах Крымских гор с ноября по февраль, минимум — в северной и центральной степи с июня по август. На мысе Тарханкут наибольшее количество осадков выпадает в октябре, в западной части Керченского полуострова, а также в районе Феодосии и Судака — с июня по июль.

Тепловой режим на территории Крымского полуострова также неоднороден (табл. 1). Наиболее благоприятные условия складываются в западной части южного побережья; наименее благоприятные — в центральной степи и Присивашье. На прибрежные территории определенное смягчающее влияние оказывают Черное и Азовское моря.

Продолжительность освещения склонов западной и восточной экспозиций крутизной до 45° уменьшается по сравнению с равниной на 50 %.

Таблица 2

Агрохимические показатели южных черноземов на лёссовидных отложениях

Генетический горизонт	Глубина, см	CO ₂ карбонаты, %	Гумус, %	Поглощенные основания, мэкв/100 г			
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	сумма
Чернозем южный							
Hп	0—10	Нет	3,28	34,5	3,2	1,4	39,1
Hк	30—40	0,8	2,88	36,1	2,7	0,6	39,4
HPк	50—60	3,4	2,20	—	—	—	—
Pк	90—100	7,6	—	—	—	—	—
Pк	160—170	8,1	—	—	—	—	—
Чернозем южный карбонатный							
Hкп	0—10	1,9	3,25	40,3	1,6	Нет	41,9
Hк	30—40	3,5	2,88	38,8	3,2	»	42,0
HPк	40—50	4,3	2,22	34,8	3,2	»	38,0
Pк	90—100	6,2	1,36	28,3	4,8	»	33,1
Pк	130—140	6,7	0,48	—	—	—	—

Северные склоны той же крутизны с сентября по март вообще не получают солнечной радиации, а с марта по сентябрь продолжительность освещения составляет 0—58,4% по сравнению с равниной. Таким образом, северные, восточные и западные склоны в течение всего года получают меньше тепла, чем равнины, тогда как южные склоны с сентября по март обогреваются в 1,5—2 раза сильнее.

На склонах развиты процессы водной эрозии, поэтому на территории полуострова распространены в той или иной степени смытые или намытые почвы.

Разнообразие рельефа в Крыму, резкое колебание высот во многом обусловливают сложную картину почвенного покрова. На Крымских горах отмечается вертикальная зональность почвообразовательного процесса: переход от каштановых почв и черноземов к бурым горно-лесным и горно-луговым почвам Главной гряды.

Особенности климата, разнообразие рельефа и почвообразующих пород предопределяют большую сложность почвенного покрова Крыма и создают значительные трудности в выборе путей рационального использования почв в сельскохозяйственном производстве.

Почвенными обследованиями в хозяйствах Крыма выделено около 500 видов почв. Все эти почвы по генетическим признакам, агрохимическим свойствам, специфике использования в сельскохозяйственном производстве и климатическим особенностям объединены в 24 почвенно-климатических района (Кочкин, 1964).

Черноземы южные малогумусные на лёссовидных отложениях (карбонатные, бескарбонатные) — наиболее плодородные почвы Крыма (табл. 2). Они являются аналогами западнокавказских черноземов, но отличаются от последних меньшей мощностью гумусового горизонта, малогумусностью и сильной закарбоначенностью всего или почти всего профиля. Эти отличия обусловлены сухостью климата, длительностью теплого периода и карбонатностью почвообразующих пород. Данные почвы вскипают от соляной кислоты с поверхности, белоглазка — с 67 см, гипс — глубже 160 см.

Бескарбонатные южные черноземы отличаются от карбонатных в основном глубиной вскипания (30—60 см) и несколько лучшей структу-

Таблица 3

Агрохимические показатели южных черноземов на третичных глинах

Генетический горизонт	Глубина, см	СО ₂ карбонатов, %	Гумус, %	Поглощенные основания, мг-экв/100 г			
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁻	сумма
Чернозем южный слабосолонцеватый							
Hep	0—10	Нет	4,83	35,3	8,7	3,0	47,0
Hik	35—45	1,53	3,65	28,2	10,1	7,7	46,0
Pk	110—120	5,15	0,99	—	—	—	—
Чернозем южный среднесолонцеватый							
Hep	0—10	Нет	3,87	25,9	6,2	2,3	34,4
Hi	25—35	»	2,74	27,1	9,2	6,1	42,4
Hpk	70—80	1,53	1,49	17,8	12,2	11,6	41,6
Pk	110—120	5,65	0,50	—	—	—	—

рой. Подпахотный горизонт, в частности, имеет зернисто-комковатую структуру.

В составе обменных оснований преобладает кальций. Обменного магния мало, натрия очень мало или совсем нет. Карбонаты в бескарбонатных черноземах содержатся в значительных количествах с глубины 50—60 см (свыше 3 %); в горизонте с белоглазкой запасы их достигают максимума (6—8 %). В карбонатных черноземах углекислые соли отлагаются во всех горизонтах начиная с пахотного (до 2 %).

Черноземы южные на третичных глинах (преимущественно солонцеватые) вскипают с глубины 35—40 см. Гумусовый горизонт Не, как правило, темно-серый с буроватым оттенком, глыбисто-комковато-порошистой структуры в распаханном и комковато-ореховато-порошистой в естественном состоянии. Мощность горизонта 30—35 см.

Гумусовый иллювиальный горизонт Ні более темного цвета, комковато-ореховатый. Нижняя граница колеблется в пределах 70—75 см. Переход в нижележащий генетический горизонт постепенный. С глубины 80—85 см наблюдаются белые расплывчатые редкие пятна карбонатов. Со 100—150 см появляются белые прожилки сульфатов, глубже — кристаллические скопления гипса.

Характерной особенностью черноземов на третичных глинах является большая гумусированность, чем черноземов на лессовидных отложениях. Количество гумуса в пахотном слое достигает 3,9—4,8 % (табл. 3). Гумус проникает довольно глубоко по профилю. На глубине 100—120 см содержание его иногда доходит до 1 %. Сумма поглощенных оснований в солонцеватых черноземах повышена. В составе поглощенных оснований существенная доля приходится на магний и натрий.

Для солонцеватых черноземов характерен ряд отрицательных особенностей. Необходимо отметить тяжелый механический состав, солонцеватость иллювиального горизонта и засоленность профиля. Черноземы засолены с 70—80 см, а на глубине 1—2 м количество солей может достигать 1,5—2,5 %. В составе солей в верхней части профиля преобладают хлориды, в нижней — сульфаты и хлориды. Реакция почвенного раствора в гумусовом горизонте Не нейтральная, в иллювиальном Ні — слабощелочная (рН 7,2—7,4). Количество обменного натрия в почвенном поглощающем комплексе иллювиального горизонта достигает 15—16 % от емкости обмена, что в условиях переувлажнения вызывает пептизацию коллоидов.

Таблица 4

Механический состав южных черноземов, %

Горизонт, глубина, см	Λ	Размер частиц, мм						Физическая глина (<0,01 мм)	
		1,0—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	0,001		
Чернозем южный среднесолонцеватый на сарматских глинах (Ленинский район)									
Hep	0—10	0,8	0,2	0,1	20,8	4,9	13,6	60,4	78,9
H	30—40	1,2	0,4	0,2	16,2	6,6	14,8	61,8	83,2
Pk	55—65	4,8	0,3	8,1	13,9	1,4	11,2	65,1	77,7
Pk	104—114	6,3	0,4	10,0	8,1	7,8	12,6	61,1	81,5
Чернозем карбонатный на щебнистых глинах. Мелкозем (Черноморский район)									
Hkp	0—10	7,5	0,1	4,5	27,1	9,8	16,1	42,4	68,3
Hk	12—28	5,0	0,2	4,6	23,3	11,0	15,7	45,3	72,0
HPk	32—42	9,0	0,1	1,0	24,0	12,7	19,8	42,5	75,0
Pk	46—56	9,5	0,2	3,6	25,0	9,3	19,5	42,6	71,4
Pk	155—165	6,0	0,1	0,5	25,8	11,7	21,0	40,9	73,6
Южный карбонатный чернозем на лёссовидных глинах (Красногвардейский район)									
Hk	0—10	Нет	0,1	0,1	35,3	9,4	13,0	41,4	63,8
Hk	20—30	»	0,1	3,8	35,1	7,0	14,3	39,7	61,0
HPk	45—55	»	0,1	2,2	37,4	2,3	15,2	42,9	60,4
Pk	80—120	»	0,1	9,1	26,1	10,5	11,5	42,6	64,6
Pk	130—140	»	0,2	3,2	29,1	11,9	12,9	42,7	67,5

Для южных черноземов на элювии плотных карбонатных пород почвообразующими породами являются рыхлые щебенчао-глинистые и глинисто-щебенчатые продукты выветривания известняков, подстилаемых плотными известняками с 50—150 см. Черноземы на рыхлых продуктах часто имеют неполноразвитый профиль. Гумусовый горизонт Нк имеет мощность 22—30 см, нижняя граница переходного горизонта Нрк отмечается на глубине 40—60 см. Всплывание от соляной кислоты бурное с поверхности. Почвы, как правило, скелетные, скелетность вниз по профилю увеличивается, а в целом щебень и камень составляют около 20—50 % от объема почвы. С 25—40 см наблюдаются мицелярные карбонаты, белоглазка обычно отсутствует.

В мелкоземе горизонта Нк содержится около 3 % гумуса. Среднемощные черноземы развиваются на щебенчато-глинистых отложениях, подстилаемых известняками на глубине 120—150 см; подстилающая порода под маломощными черноземами залегает на глубине 60—80 см.

Описанные южные черноземы существенно различаются по содержанию подвижных форм N, P и K в пахотном горизонте. Количество подвижной фосфорной кислоты (по Мачигину) в черноземах на лёссовидных отложениях составляет 1,46 мг на 100 г почвы, калия обменного (по Протасову) — 23,09 мг на 100 г. Нитрификационная способность этих почв равна 1,81 мг N на 100 г почвы.

Черноземы на третичных глинах отличаются повышенным количеством обменного калия (44,2 мг на 100 г); подвижного фосфора они содер-

Таблица 5

Объемный, удельный вес и скважность южных черноземов

Горизонт	Глубина, см	Объемный вес, г/см ³	Удельный вес	Скважность, %
Чернозем южный легкоглинистый (пар)				
H	0—20	0,93	2,45	62,0
Hk	20—33	0,92	2,45	61,5
Hk	33—42	1,33	2,44	54,5
HPk	42—59	1,21	2,50	51,6
HPk	59—71	1,42	2,52	43,6
Pk	71—148	1,48	2,50	41,0
Pk	148—200	1,42	2,53	44,0
Чернозем южный тяжелосуглинистый				
Ap	0—18	1,04	2,46	57,7
Hk	18—31	1,17	2,50	53,8
HPk	48—62	1,24	2,51	50,6
HPk	62—79	1,30	2,53	48,6
Pk	131—200	1,26	2,58	51,2

жат 1,35 мг на 100 г; их нитрификационная способность равна 1,85 мг N на 100 г почвы.

Черноземы на элювии и делювии плотных карбонатных пород обеднены элементами питания; подвижного фосфора они содержат 1,2 мг на 100 г, обменного калия — 20,3 мг на 100 г; нитрификационная способность их составляет 1,5 мг N на 100 г.

Физические и водно-физические свойства крымских черноземов определяются в основном их тяжелым механическим составом (табл. 4).

У черноземов на лёссовидных глинах высокое содержание ила (40—42 %) сочетается со значительным количеством крупной пыли (29—37 %); полностью отсутствует скелетная часть.

Черноземы на третичных сарматских глинах характеризуются очень высоким содержанием илистой фракции (60—65 %) и фракции мелкой пыли (11—15 %). В связи с этим они при увлажнении склонны к набуханию, а при пересыхании — к сильному уплотнению и растрескиванию.

Черноземы на элювии известняков, как и черноземы на третичных глинах, содержат много физической глины (68—75 %). Вместе с тем в их мелкоземе содержится значительное количество крупной пыли (24—27 %), крупного (6—9 %) и мелкого (1—5 %) песка, что, безусловно, способствует улучшению физических свойств корнеобитаемого слоя. Отрицательным свойством черноземов на элювии известняков является повышенная скелетность. Камни и щебень мешают обработке почв и уменьшают запасы элементов питания на единицу объема почвы.

Объемный вес южных черноземов не отличается однородностью (табл. 5). В пахотном слое он больше зависит от обработок, чем от генетических особенностей, и варьирует в значительных пределах (0,93—1,04). Наибольший объемный вес отмечается в горизонте Pk, так как здесь наибольшее количество карбонатов, которые заполняют межагрегатные полости.

Объемный вес плужной подошвы (верхняя часть горизонта H) мало отличается от объемного веса ниже расположенного слоя. Это, по-видимому, объясняется подъемом зяби в Крыму в сентябре, когда почва сильно иссушена и незначительно уплотняется.

Удельный вес мелкозема по профилю изменяется слабо, но наблюдается общая тенденция к увеличению его сверху вниз.

Таблица 6

Влажность завядания, предельная полевая и полная влагоемкость южных черноземов на лессовидных отложениях, %

Горизонт	Максимальная гигроскопичность	Влажность завядания	Предельная полевая влагоемкость	Полная влагоемкость	Горизонт	Максимальная гигроскопичность	Влажность завядания	Предельная полевая влагоемкость	Полная влагоемкость
Чернозем южный легкоглинистый (пар)					Чернозем южный тяжелосуглинистый				
Нп	10,8	14,1	32,7	66,1	Ап	10,1	13,2	34,4	53,0
Н	11,5	14,9	31,6	66,3	Н	10,5	13,1	29,5	45,2
НК	11,4	14,8	28,2	48,3	Нк	9,9	12,9	26,5	45,4
НРк	10,1	13,1	25,3	41,3	Нрк	9,7	12,6	26,6	41,6
НРк	11,0	14,3	22,8	34,5	Нрк	9,2	11,9	24,0	36,8
Рк	8,8	11,4	21,4	32,2	Рк	8,8	11,4	22,8	35,5

Скважность определяется величиной удельного и объемного веса. Гумусовый слой описываемых почв имеет сравнительно невысокую скважность (51—54 %), которая может быть на некоторое время увеличена обработкой. Относительное повышенная скважность подлахотных горизонтов объясняется, по-видимому, не столько их оструктуренностью, сколько трещиноватостью, развивающейся в результате пересыхания почвы.

В табл. 6 приведены водные свойства анализируемых почв. Необходимо прежде всего отметить большой процент недоступной для растений влаги, который тем выше, чем тяжелее механический состав. В легкоглинистом горизонте эта величина для гумусового слоя колеблется от 13 до 15 %, в тяжелосуглинистом — от 13 до 14 %.

Предельная полевая влагоемкость за вычетом влажности завядания дает представление о доступной для растений влаге. Этот показатель для южных черноземов невелик, колеблется в пределах 12—28 % для верхнего полуметра и 9—12 % для более глубоких слоев. В условиях резкой засушливости зоны распространения южных черноземов этот фактор сдерживает рост и развитие растений. Не менее важной особенностью является сближение величин предельной полевой влагоемкости и полной влагоемкости глубже первого полуметра, что свидетельствует о плохой аэрируемости почвенного профиля в условиях достаточного увлажнения, например при обильных поливах.

Таблица 7

Запасы некоторых категорий влаги для разных слоев профиля в черноземах на лессовидных отложениях, м³/га

Слой, см	Чернозем южный легкоглинистый (пар)			Чернозем южный тяжелосуглинистый			Слой, см	Чернозем южный легкоглинистый (пар)			Чернозем южный тяжелосуглинистый		
	ВЗ	ППВ	ДВ	ВЗ	ППВ	ДВ		ВЗ	ППВ	ДВ	ВЗ	ППВ	ДВ
0—50	729	1503	774	742	1686	944	0—100	1605	3078	1473	1508	3239	1731
50—100	876	1575	699	766	1553	787	0—200	3248	6146	2898	3155	5821	2666
100—200	1643	3068	1424	1647	2582	935							

Примечание: ВЗ — запасы влаги, соответствующие влажности завядания; ППВ — запасы влаги, соответствующие предельной полевой влагоемкости; ДВ — наибольший запас доступной влаги при предельной полевой влагоемкости.

Таблица 8

Агрохимические показатели темно-каштановых почв на лессовидных отложениях

Горизонт	Глубина, см	СО ₂ карбонатов, %	Гумус, %	Поглощенные основания мг-экв на 100 г			
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	сумма
Темно-каштановая слабосолонцеватая почва							
Нел	0—10	Нет	2,22	26,5	4,2	1,4	32,1
Нр	30—40	0,4	1,58	21,1	4,4	2,4	27,9
Рк	55—60	7,1	1,09	19,3	4,6	1,5	25,4
Темно-каштановая среднесолонцеватая почва							
Нел	0—7	Нет	2,24	15,3	5,8	0,7	21,8
Н	30—37	»	2,00	13,3	7,2	2,3	22,8
НР	40—47	0,2	1,48	18,1	9,0	4,1	31,2
Рк	54—61	5,3	1,13	—	—	—	—
Рк	80—87	8,6	0,23	—	—	—	—

В глинистых черноземах, самых распространенных почвах Крыма, запасы влаги приведенных в табл. 7 категорий выравнены по всему профилю. Доступной для растений влаги глубже 50 см меньше, чем недоступной, примерно на 200 м³/га. Для слоя 0—50 см эти показатели почти равны. В суглинистых черноземах, которых в Крыму мало, в слое 100—200 см доступной влаги меньше, чем недоступной, а в слое 0—100 см и особенно в слое 0—50 см — больше.

В зоне южных черноземов за год выпадает 350—450 мм осадков. Минимальная потребность яровых в воде за период вегетации составляет около 200 мм. Поэтому даже в идеальном случае (отсутствие потерь влаги на испарение и поверхностный сток) водный режим черноземов должен характеризоваться как остродефицитный. Половина выпадающих осадков переходит в почве в недоступное для растений состояние, а остающаяся доступная влага не может обеспечивать необходимый минимум для получения удовлетворительных урожаев.

Темно-каштановые почвы на лессовидных отложениях (легких и тяжелых третичных глинах) по значению являются вторыми в Крыму после южных черноземов. Они почти полностью расположены в зоне самотечного орошения водами Северо-Крымского канала. Развиваясь в более засушливых, чем южные черноземы, условиях, темно-каштановые почвы имеют гумусовый горизонт несколько меньшей мощности, они слабее гумусированы (табл. 8). Для них характерна коричневая окраска и в той или иной степени выраженная солонцеватость нижней половины гумусового горизонта. Белоглазка располагается значительно выше по профилю. Пахотный и иловиальный горизонты, как правило, не содержат карбонатов.

Первый метр темно-каштановых почв на лессовидных отложениях обычно не засолен; засоление начинается с глубины 100—150 см, причем количество солей в 1,5-метровом слое достигает 1,3—1,8 %. Из солей преобладают сернокислые натрий и кальций.

Темно-каштановые среднесолонцеватые почвы на лессовидных отложениях отличаются от слабосолонцеватых выраженной коричневой окраской и солонцеватой структурой. Для них характерна несколько меньшая мощность гумусового горизонта, белоглазка и гипс расположены ближе к поверхности. В почвенном поглощающем комплексе слабосолонцеватых разностей преобладает кальций. У среднесолонцеватых темно-каштановых почв доля кальция уменьшается. Количество обменного натрия достигает

Таблица 9

Агрохимические показатели темно-каштановых среднесолонцеватых почв на третичных глинах

Горизонт	Глубина, см	СО ₂ карбонатов, %	Гумус, %	Поглощенные основания, мг-экв/100 г			
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	сумма
Неп	0—10	Нет	2,62	26,7	14,0	5,0	45,7
Н	25—35	1,2	2,33	28,9	16,7	3,9	49,5
Нр	45—55	1,6	2,17	21,9	19,2	13,6	54,7
Рк	80—90	1,4	1,11	—	—	—	—

10 % и больше от суммы поглощенных оснований, что, безусловно, ухудшает их водно-физические свойства.

Темно-каштановые почвы на тяжелых третичных глинах распространены главным образом на Керченском полуострове. От описанных выше почв они отличаются более плотным иллювиальным горизонтом ореховатой структуры. Почвообразующая порода — темно-серая с оливковым оттенком плотная и тяжелая вертикально-крупнотрешиноватая глина. По вертикальным трещинам вниз по профилю на глубину до метра проникают гумус и карбонаты. Карбонаты для третичных глин не характерны, и их присутствие в почвах объясняется переносом с участков залегания известняков и лёссовидных отложений. Темно-каштановые почвы на третичных глинах гумусированы в меньшей степени, чем черноземы на аналогичных породах, но несколько больше, чем темно-каштановые почвы на лёссовидных отложениях (табл. 9).

В пахотном слое содержится 2,6 %, часто до 3 % гумуса. Гумус проникает по трещинам на большую глубину. Карбонатов мало, карбонатные горизонты не выражены. Сумма поглощенных оснований довольно велика (до 55 мг-экв на 100 г), при значительном количестве обменных натрия и магния.

Засоление темно-каштановых почв на третичных глинах пестрое, но для них характерна меньшая глубина залегания солей (80—100 см). В составе солей преобладают сульфаты натрия и кальция, довольно много хлоридов. Часто с самой поверхности появляется сода в количестве, оказывающем угнетающее действие на растения.

Содержание N, P, K в темно-каштановых почвах характеризуется следующими показателями: подвижного фосфора 1,92—2,16 мг на 100 г; обменного калия 42,37—42,66 мг на 100 г; нитрификационная способность примерно 1,59—2,2 мг N на 100 г почвы. Таким образом, темно-каштановые почвы Крыма характеризуются повышенным по сравнению с южными черноземами количеством обменного калия.

Как уже говорилось, переход от южных черноземов к темно-каштановым почвам в Крыму чрезвычайно растянут. Эти почвы сходны по строению и ряду химических и физико-химических показателей. Их физико-механические и водно-физические свойства очень близки. Некоторые различия обусловлены характерной для темно-каштановых почв солонцеватостью. Солонцеватость оказывается прежде всего на водопроницаемости почвенного профиля (табл. 10).

Пониженная водопроницаемость темно-каштановых слабосолонцеватых и особенно среднесолонцеватых почв является серьезным препятствием к аккумуляции влаги летних ливневых осадков и усугубляет без того остро-дефицитный водный режим этих почв.

Горные и предгорные почвы Крыма вследствие чрезвычайной пестроты условий почвообразования включают очень большое количество почвенных разностей. Из них наибольшее сельскохозяйственное значение имеют предгорные черноземы, дерново-карбонатные почвы, коричневые горно-лесостепные и бурье горно-лесостепные остепененные почвы.

Таблица 10

Водопроницаемость черноземов и темно-каштановых почв на лёссовидных отложениях, мм/мин

Время от начала опыта, мин	Чернозем южный	Темно-каштановая слабо солонцеватая почва	Темно-каштановая среднесолонцеватая почва	Время от начала опыта, мин	Чернозем южный	Темно-каштановая слабо-солонцеватая почва	Темно-каштановая среднесолонцеватая почва
5	7,8	4,7	4,4	50	2,8	2,1	0,9
10	3,9	3,2	1,7	60	2,5 (21,7) *	2,2 (15,7)	0,9 (8,0)
15	4,1	2,8	1,3	90	2,3	1,9	0,8
20	4,2	2,5	1,1	120	2,0 (34,6)	1,9 (27,0)	0,8 (12,8)
25	3,5	2,8	1,0	150	1,9	1,9	0,7
30	3,5	2,4	1,0	180	1,9 (46,8)	1,7 (37,8)	0,7 (17,3)
40	2,9	2,1	1,0				

* В скобках — слой впитываемой воды, см.

В группу *предгорных черноземов* входят черноземы карбонатные на плотных карбонатных породах и их продуктах выветривания, черноземы карбонатные на делювиальных щебнисто-глинистых отложениях, черноземы карбонатные на делювии тяжелых меловых и третичных глин, черноземы солонцеватые на меловых третичных глинах. На свойства этих почв, помимо разнообразия почвообразующих пород, большое влияние оказывают широко развитые эрозионные процессы, пестрота скелетности, водного режима, микроклимата и т. д. Перечисленные черноземы не имеет смысла описывать на примере «типовых» разрезов. Типичной для них является большая пестрота свойств. Поэтому мы приводим характеристику предгорных черноземов на основании обобщенных материалов (табл. 11).

Черноземы карбонатные на карбонатных породах развиваются преимущественно на узких водораздельных увалах. Плотные породы у большинства видов залегают на глубине 60—100 см. Механический состав мелкозема разнообразный — от суглинистого до глинистого, при большом количестве в почвообразующей породе скелета (30—50 % и более). Содержание гумуса в пахотном горизонте 3,5—4,0%; падение гумусности вниз по профилю довольно резкое (на глубине 50—65 см — около 1%).

Черноземы карбонатные на делювиальных щебнисто-глинистых отложениях приурочены к депрессиям: лощинообразным понижениям, межгорным долинам и нижним частям склонов. Профиль этих почв более развит, чем у описанных выше черноземов; более мощный и несколько лучше гумусирован горизонт Н.

Карбонатные черноземы на делювии третичных глин отличаются более тяжелым механическим составом и незначительным содержанием скелета. Их закарбоначенность объясняется перемешиванием бескарбонатных третичных глин с четвертичным карбонатным материалом в процессе переотложения почвообразующих пород. Анализируемые почвы характеризуются высокой емкостью обмена (44—46 мг-экв на 100 г почвы), с явным преобладанием поглощенного кальция. Засоление профиля наблюдается на глубине 1—1,5 м и глубже.

Черноземы выщелоченные располагаются на пологих склонах северной экспозиции или в понижениях с хорошим увлажнением стоковыми водами и слабее выраженным испарением с поверхности почвы. В результате формирования промывного водного режима карбонаты выщелачиваются до 50—60 см и глубже. Для выщелоченных черноземов характерна большая пестрота скелетности (10—70 %).

Таблица 11

Некоторые свойства гумусового горизонта предгорных черноземов

Показатель	Черноземы				
	карбонатные на плотных породах	карбонатные на делювиально-щебнисто-глинистых отложениях	карбонатные на делювии третичных глин	выщелоченные на разных породах	солонцеватые на третичных глинах
Мощность, см	50—65	70—80	60—70	65—70	50—55
Гумус (пахотный слой), %	3,5—4,0	3,4—4,4	3,2—4,2	3,2—3,7	3,1—3,7
CO ₂ карбонатов, %	3—5 и больше	2—3 и больше	Вскипание с поверхности	Нет	Нет
Гидролизуемый азот, мг/100 г	3,7—9,4	7,6—14,0	6,5—7,0	6,7—13,4	6,7—13,0
Подвижная P ₂ O ₅ , мг/100 г	0,3—2,3	0,2—2,2	0,7—2,1	0,6—3,1	0,2—3,2
Обменный калий (K ₂ O), мг/100 г	25—57	21—42	20—50	30—35	20—80
Сумма поглощенных оснований, мг-экв/100 г	30—47	30—44	44—46	36—43	40—46
Механический состав мелкозема	Суглинистый, глинистый	Тяжелосуглинистый, глинистый	Легкоглинистый, глинистый	Легкоглинистый, глинистый	Легкоглинистый, глинистый
Скелетность, %	30—50	30—50	Обычно мало	10—70	Обычно мало

Черноземы солонцеватые на третичных глинах распространены в межгорных долинах. Они отличаются тяжелым механическим составом, слабой скелетностью, большой суммой поглощенных оснований (40—46 мг-экв на 100 г), в состав которых входит поглощенный натрий (от 5—10 до 15—20%). У этих почв хорошо выражен иллювиальный горизонт Ni плотного сложения, комковато-ореховатой структуры. Солонцеватые предгорные черноземы обычно не вскипают от соляной кислоты.

Наиболее благоприятный для растений пищевой режим формируется в пахотном слое выщелоченных черноземов и солонцеватых черноземов на третичных глинах, однако у солонцеватых разностей хуже водно-физические свойства, поэтому они по плодородию уступают выщелоченным. Наиболее обеднены подвижными формами N, P и K карбонатные черноземы на делювии третичных глин.

Дерново-карбонатные и перегнойно-карбонатные почвы развиваются на плато и склонах, сложенных плотными карбонатными породами — известняками и мергелями. Для первых характерна недостаточная увлажненность вследствие хорошо развитого поверхностного и подземного стока, для вторых — более высокая увлажненность, так как они распространены на северных склонах. Неодинаковый водный режим обусловливает довольно су-

Таблица 12

Некоторые свойства дерново-карбонатных и перегнойно-карбонатных почв

Показатели свойств гумусового горизонта	Дерново-карбонатные почвы	Перегнойно-карбонатные почвы
Мощность, см	10—20	20—30
Гумус верхней части горизонта, %	3,3—3,9	До 7
CO ₂ карбонатов, %	30—40	13—30
Гидролизуемый азот, мг/100 г	2,4—6,1	До 16
Подвижная P ₂ O ₅ , мг/100 г	0,7—3,3	2,0
Обменный K ₂ O, мг/100 г	До 20	До 32
Механический состав мелкозема	Суглинистый, тяжелосуглинистый, легкоглинистый	

Некоторые свойства бурых горно-лесостепных остеиненных почв и коричневых почв сухих лесов и кустарников

Показатели свойств гумусового горизонта	Бурые горно-лесостепные остеиненные почвы	Коричневые горно-лесостепные почвы
Мощность, см	60—80	70—80
Гумус верхней части горизонта, %	4,4—5,1	3,0—4,5
Гидролизуемый азот, мг/100 г	6,5—15,3	6,0—14,0
Подвижная P_2O_5 , мг/100 г	0,2—1,0	До 1,0
Обменный K_2O , мг/100 г	20,7—63,0	30,0—55,0
Сумма поглощенных оснований, мг-экв/100 г	32—39	30—35
Механический состав мелкозема	Среднесуглинистый, среднеглинистый	Легкоглинистый, среднеглинистый

щественные различия вещественного состава (табл. 12). Более увлажненные перегнойно-карбонатные почвы содержат много гумуса, много гидролизуемого азота. Дерново-карбонатные почвы значительно слабее гумусированы и меньше обеспечены подвижными формами питательных веществ. Как первые, так и вторые почвы имеют слаборазвитый почвенный профиль, они сильноскелетны и высококарбонатны.

Бурые (серые) горно-лесостепные остеиненные почвы и коричневые почвы сухих лесов и кустарников имеют много общих черт, но в последнее время их подразделяют на два самостоятельных подтипа.

Бурые горно-лесостепные остеиненные почвы в прошлом были под лесом. Под влиянием деятельности человека произошла замена лесной растительности степной или кустарниковой, что привело к остеинению почвенного покрова. Эти почвы развиваются как на карбонатных, так и на бескарбонатных породах, для них характерна высокая скелетность, мощность почвенного профиля составляет 60—80 см. Верхний перегнойно-аккумулятивный горизонт (0—20 см) содержит 4,4—5,1 % гумуса (табл. 13).

Гумусовая окраска прослеживается до подстилающей породы. Механический состав мелкозема варьирует в широких пределах—от средних суглинков до средних глин; сумма поглощенных оснований достигает 39 мг-экв на 100 г почвы (мелкозема). Бурые горно-лесостепные почвы хорошо обеспечены азотом и калием, но содержат очень мало подвижного фосфора.

Коричневые почвы сухих лесов и кустарников располагаются между черноземами и бурыми горно-лесостепными почвами в районах с сухим средиземноморским климатом. Эти почвы развиваются или развивались в прошлом под покровом дуба пушистого, дикой фисташки, грабинника, держи-дерева и других ксерофитных видов. Покров сильно освещен, значительно участие степной травянистой растительности.

Коричневые почвы гумусированы слабее, чем бурые, содержат меньше гидролизуемого азота и обменного калия, при сильном дефиците подвижной фосфорной кислоты (табл. 13). Механический состав мелкозема глинистый. Коричневые почвы содержат большое количество камней и щебня.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ УДОБРЕНИЙ

Эффективность удобрений в полевых опытах изучалась в основном на черноземах и в меньшей степени на темно-каштановых почвах. Многолетние опыты Крымской сельскохозяйственной опытной станции показали, что припосевное внесение фосфора в дозе 10 кг/га P_2O_5 дает прибавку урожая зерна озимой пшеницы до 3,2 ц/га; значительные прибавки получены и от основного внесения минеральных удобрений (табл. 14). Наибольшие при-

бавки дают азотные удобрения. Несколько меньший, но все же заметный эффект получен от фосфорных удобрений. Калийные удобрения в изучаемых условиях дали заметную прибавку урожая озимой пшеницы только в 1964 г. Самый высокий урожай в среднем за три года получен на фоне $N_{60}P_{40}K_{40}$. На каждый центнер действующего вещества внесенных удобрений в этом варианте получено дополнительно по 6,7 ц зерна озимой пшеницы. Наилучшая окупаемость удобрений урожая зерна оказалась в варианте $N_{40}P_{40}$. Здесь каждый центнер действующего вещества внесенных удобрений дал 9,5 ц зерна.

Заметные прибавки урожая озимой пшеницы от внесенных удобрений получены и в производственных опытах, проводимых зональной агрохимической лабораторией совместно с районными агрохимиками и специалистами хозяйств в полях севооборотов колхозов и совхозов (табл. 15). Были заложены две группы опытов по изучению влияния минеральных удобрений на урожай озимой пшеницы. В первой группе суперфосфат вносился в два приема: P_{10} в рядки с посевом семян озимой пшеницы, а остальная доза — под основную обработку. Во второй группе все элементы питания вносились только под основную обработку почвы.

Способ внесения суперфосфата заметно сказался на прибавках урожая озимой пшеницы. От одинакового количества удобрений в первой группе прибавка урожая была значительно выше, чем во второй. Так, вариант P_{40} в первой группе опытов ($P_{30} + P_{10}$) обеспечил прибавку урожая 5,8 ц/га, окупаемость удобрений составила 14,4 кг, а во второй группе опытов была получена прибавка урожая только 2,3 ц/га, окупаемость удобрений составила 5,8 кг. По варианту $N_{40}P_{40}$ прибавка урожая в первой группе была 8,8 ц/га при окупаемости удобрений 11,0 кг, а во второй группе эти показатели были равны соответственно 3,1 ц/га и 3,9 кг.

Видимо, фосфорные удобрения, внесенные в рядки с посевом семян, способствовали развитию более мощной корневой системы, которая, охватывая больший объем почвы, обеспечила более интенсивное потребление элементов питания как из внесенных удобрений, так и из почвенных запасов.

Наибольшая прибавка урожая в этих опытах была получена по варианту $N_{40}P_{30+10}$ — 8,8 ц/га. Наибольшую окупаемость удобрений (34 ц зерна за центнер P_2O_5) дало внесение P_{10} в рядки при посеве.

Наряду с минеральными удобрениями важное значение в подъеме урожая сельскохозяйственных культур имеют органические. В опытах А. А. Сербина (1963), проведенных на Крымской опытной станции в 1956—1960 гг., при внесении перепревшего навоза в дозе, эквивалентной 20 т/га свежего

Таблица 14

Влияние удобрений на урожайность зерна озимой пшеницы, ц/га (данные А. А. Сербина, В. Г. Погребняка, В. М. Антонюка, Красногвардейский район)

Вариант опыта	1964 г. (ржь на силос)*		1965 г. (кукуруза на силос)		1966 г. (кукуруза на силос)		Среднее за три года	
	урожайность	прибавка	урожайность	прибавка	урожайность	прибавка	урожайность	прибавка
Контроль (без удобрений)	38,2	—	22,6	—	27,5	—	29,4	—
$P_{40}K_{40}$	39,8	1,6	23,8	1,2	32,2	4,7	31,9	2,5
$N_{40}P_{40}$	44,9	6,7	28,2	5,6	38,0	10,5	37,0	7,6
$N_{40}K_{40}$	43,8	5,6	26,8	4,2	36,6	9,1	35,7	6,3
$N_{40}P_{40}K_{40}$	46,1	7,9	28,0	5,4	36,5	9,0	36,9	7,5
$N_{40}P_{60}K_{40}$	46,2	8,0	26,8	4,2	37,6	10,1	37,5	8,1
$N_{40}P_{40}K_{60}$	45,9	7,7	28,9	6,3	37,4	9,9	37,4	8,0
$N_{60}P_{40}K_{40}$	48,0	9,8	28,5	5,9	39,4	11,9	38,6	9,2

* В скобках указан предшественник.

Таблица 15.

Влияние удобрений на урожайность озимой пшеницы (данные зональной агрохимлаборатории)

Вариант опыта	Среднее по первой группе опытов			Среднее по второй группе опытов		
	Урожайность, ц/га	прибавка, ц/га	окупаемость 1 кг действующего вещества, кг урожая	Урожайность, ц/га	прибавка, ц/га	окупаемость 1 кг действующего вещества, кг урожая
Контроль (без удобрений)	22,5	—	—	20,1	—	—
P ₁₀	25,9	3,4	34	—	—	—
P ₄₀	28,3	5,8	14,4	22,4	2,3	5,8
N ₄₀	27,9	5,4	13,5	24,3	4,2	10,5
N ₄₀ P ₁₀	28,2	5,7	11,3	—	—	—
N ₄₀ P ₄₀	31,3	8,8	11,0	23,2	3,1	3,9
N ₄₀ P ₆₀	—	—	—	23,7	3,6	3,6
N ₆₀ P ₆₀	31,0	8,5	7,0	25,6	5,5	4,6
N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	30,6	8,1	5,4	26,9	6,8	4,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	30,7	8,2	4,5	26,9	6,8	3,8

навоза, прибавка урожая озимой пшеницы составила в среднем 3,0 ц/га, а в 1956 и 1957 гг. прибавки достигли 3,9—4,9 ц/га. Эффективность навоза зависит от условий хранения, так как в Крыму даже при плотном хранении потери азота из навоза достигают 30—40%; значительное количество аммиачного азота теряется при внесении навоза.

Исследования, проведенные кафедрой агрохимии Крымского сельскохозяйственного института в предгорной зоне Крыма (В. Т. Зубоченко), показали, что при компостировании навоза с землей уменьшаются потери не только органического вещества, но и подвижных форм азота и значительно повышается эффективность навоза при внесении его в дозе, эквивалентной 40 т/га свежего навоза (табл. 16). Эффективность удобрений при частичном орошении озимой пшеницы показана в табл. 17.

При частичном орошении (влагозарядка) значительно повысился эффект не только азота и фосфора, но и калия, которыйоказал заметное влияние на урожайность озимой пшеницы. Наибольшая средняя прибавка урожая — 19,6 ц/га (при 26,8 ц/га на контроле) получена при внесении до посева N₉₀P₈₀K₄₀. Увеличение доз азота до 120 кг/га и фосфора (P₂O₅) до 100 кг/га не дало положительных результатов. Наилучшая оккупаемость внесенных удобрений урожаем озимой пшеницы оказалась при внесении N₆₀.

Высокие урожаи озимой пшеницы получены в опытах на почвах совхоза «Орловский» Красноперекопского района (табл. 18). Урожай озимой пшеницы на контроле составил 24,8—31,5 ц/га. Внесение N₆₀P₄₀ увеличило урожай на 8,4—10,7 ц/га. Прибавки урожая в 1968 г. в связи с неблагоприят-

Таблица 16

Действие органических удобрений на урожай озимой пшеницы, ц/га

Вариант опыта	1963 г.	1964 г.	1965 г.	Средняя прибавка урожая за три года
Контроль (без удобрений)	28,4	29,2	24,1	—
Навоз плотного хранения	39,0	34,0	28,6	6,6
Компост с землей				
20% земли	44,1	37,9	28,0	9,4
50% земли	48,0	37,8	31,0	11,7

Таблица 17

Влияние удобрений на урожайность озимой пшеницы при орошении (влагозарядка)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Прибавка, ц/га	Окупаемость, 1 кг действующего вещества, кг урожая	Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Прибавка, ц/га	Окупаемость, 1 кг действующего вещества, кг урожая
Контроль (без удобрений)	26,8	—	—	$N_{90}P_{60}K_{40}$	43,3	16,5	8,7
N_{80}	3,57	8,9	14,8	$N_{90}P_{80}K_{40}$	46,4	19,6	9,3
$N_{80}P_{60}$	34,1	7,3	6,1	$N_{120}P_{80}K_{40}$	45,3	18,5	7,7
$N_{80}P_{60}K_{40}$	37,8	11,0	6,9	$N_{120}P_{100}K_{40}$	44,8	18,0	6,9

Таблица 18

Влияние удобрений на урожайность озимой пшеницы при орошении, ц/га (вегетационные поливы)

Вариант опыта	1967 г.		Вариант опыта	1968 г.	
	урожайность	прибавка		урожайность	прибавка
Контроль (без удобрений)	31,5	—	Контроль (без удобрений)	24,8	—
$N_{60}P_{40}$	42,2	+10,7	$N_{60}P_{40}$	33,2	+8,4
$N_{60}P_{40}K_{40}$	44,3	+12,8	$N_{60}P_{40}K_{30}$	30,9	+6,1
$N_{60}P_{80}$	45,9	+14,5	$N_{60}P_{60}K_{30}$	33,6	+8,8
$N_{90}P_{80}$	48,1	+16,6	$N_{90}P_{60}K_{30}$	35,7	+10,9
$N_{120}P_{80}$	48,5	+17,0	$N_{120}P_{60}$	33,5	+8,7
$N_{180}P_{120}$	49,5	+18,0			

ными условиями были более низкими, чем в 1967 г. Наиболее высокие прибавки урожая озимой пшеницы (11—17 ц/га) были получены при внесении $N_{90}P_{80}$. Дальнейшее увеличение доз минеральных удобрений незначительно повышало урожай и поэтому экономически неоправданно.

В последние годы в Крыму значительные площади отводятся под рис. В 1965 г. рисом было занято 4,3 тыс. га. С этой площади было получено 258,5 тыс. ц риса, примерно по 60 ц с 1 га. В 1966 г. площадь под рисом увеличилась до 9 тыс. га, а валовой сбор зерна возрос до 480,8 тыс. ц. В 1969 г. рисом было занято 17,1 тыс. га орошаемых земель. Исследования показали, что минеральные удобрения в дозе $N_{90}P_{60}K_{40}$ увеличивают урожайность риса в среднем на 16,2 %.

В хозяйствах Крыма хорошо развито животноводство, поэтому большие площади заняты кормовыми культурами. Исследованиями установлено, что эффективность удобрений кукурузы на силос зависит прежде всего от влагобез обеспеченности растений.

В Крыму урожай кукурузы на силос на суходоле составляет 100—120 ц/га, а при орошении в большинстве хозяйств получают по 400—500 ц/га. Данные полевых опытов с орошающей кукурузой свидетельствуют о высокой эффективности азотных и фосфорных удобрений на черноземных почвах (табл. 19).

Действие калийных удобрений незначительно, иногда они даже несколько снижают урожай по сравнению с внесением парного сочетания азотных и фосфорных удобрений. Эффективность различных удобрений под кукурузу зависит от исходного плодородия почвы. На более бедных темно-каштановых солонцеватых почвах совхоза «Таврический» Красноперекопского района отмечается более высокая эффективность прежде всего азотных удобрений (табл. 20).

Таблица 19

Эффективность удобрения орошаемой кукурузы на силос, ц/га

Вариант опыта	Колхоз «Украина» Красногвардейского р-на		Колхоз «Путь Ленина» Симферопольского р-на		Колхоз «Гвардец» Нижнегорского р-на	
	урожайность	прибавка	урожайность	прибавка	урожайность	прибавка
Контроль (без удобрений)	401,0	—	538,7	—	408	—
$N_{90}P_{90}$	479,0	78,0	599,3	60,7	509	101
$N_{90}P_{90}K_{60}$	510,0	109,0	583,0	44,3	479	71
$N_{120}P_{90}K_{60}$	583,0	182	569,5	30,8	580	172

Таблица 20

Влияние удобрений на урожайность кукурузы на силос при орошении, ц/га. Совхоз «Таврический» Красноперекопского района

Вариант опыта	Урожайность	Прибавка	Вариант опыта	Урожайность	Прибавка
P_{60} (фон)	409	—	Фон + $N_{60}P_{30}K_{30}$	565,3	156,3
Фон + N_{60}	555,2	145,8	Фон + $N_{90}K_{30}$	600,4	191,4
Фон + $N_{60}K_{30}$	559,7	150,7	Фон + $N_{120}K_{30}$	631,9	222,9
Фон + $N_{60}K_{60}$	558,3	149,3	Фон + $N_{180}K_{30}$	627,3	218,3

Результаты опыта показывают, что калийные удобрения на темно-каштановых солонцеватых почвах не оказывают влияния на урожай кукурузы. Наиболее высокая оплата азотных удобрений получена при внесении N_{60} — 145,8 ц/га. Увеличение дозы азотных удобрений выше 120 кг/га не эффективно.

Влияние удобрений на урожай кормовой свеклы при орошении изучалось в совхозе «Таврический» Красноперекопского района на темно-каштановых солонцеватых почвах (табл. 21).

Данные опыта свидетельствуют об эффективности внесения калийных удобрений под кормовую свеклу. Внесение K_{80} на фоне $N_{60}P_{60}$ повысило урожай корней на 100 ц/га.

Согласно данным Крымской сельскохозяйственной опытной станции за 1962—1964 гг., парные и тройные комбинации минеральных удобрений на тяжелосуглинистых южных черноземах увеличили урожай сахарной свеклы на 57—203 ц/га при сахаристости 15—17,8 %. Наиболее эффективным в опытах оказалось полное минеральное удобрение $N_{120}P_{150}K_{100}$. Прибавки на этом варианте по сравнению с контролем составили 203 ц/га. По данным З. Ф. Сечняк, на крымских черноземах оптимальная годовая норма фосфорных удобрений для сахарной свеклы находится в пределах 90—120 кг P_2O_5 на 1 га.

Таблица 21

Действие удобрений на урожайность кормовой свеклы при орошении, ц/га. Совхоз «Таврический» Красноперекопского района

Вариант опыта	Урожай	Прибавка	Вариант опыта	Урожай	Прибавка
P_{60} (фон)	921	—	Фон + N_{90}	1260	339
Фон + N_{60}	1012	91	Фон + $N_{150}K_{80}$	1371	451
Фон + $N_{60}K_{80}$	1114	193			

Таблица 22

Результаты полевого опыта с яблоней сорта «Ренет Симиренко»

Удобрения внесенные в посадочную яму	Доза удобрений, кг	Суммарная длина побегов, м				Площадь листового аппарата, дм ²	Количество цветковых почек в 1961 г., шт.	Количество плодов в 1961 г., шт.	Урожайность, ц/га	
		1957 г.	1958 г.	1959 г.	1960 г.				1961 г.	1965 г.
Контроль (без удобрений)	—	2,4	17,9	52,1	91,1	324	1424	220	43,7	146,6
Суперфосфат	1	2,2	19,7	55,1	105,9	355	1638	225	46,8	163,8
Суперфосфат, хлористый калий	0,06	1,6	20,5	56,0	105,6	379	1688	227	54,6	160,7
Суперфосфат, хлористый калий, аммиачная селитра	0,06	1,5	20,6	57,0	106,8	397	1544	238	53,0	179,4
Суперфосфат, хлористый калий (на дно ямы)	0,5	1,8	21,8	64,7	134,1	447	2013	379	92,0	218,4

Примечание. Во всех вариантах вносили перегной по 8 кг на посадочную яму.

Исследованиями Крымской областной сельскохозяйственной опытной станции установлено, что и другие кормовые культуры хорошо оплачивают урожаем вносимые минеральные удобрения. Так, озимая рожь, посаженная на силос, от внесения в рядки P_{10} увеличивает урожай зеленой массы на 15,4 ц/га, при урожае на контроле 98,8 ц/га, а $P_{10}N_{10}$ дает прибавку 24,1 ц/га.

Урожайность зеленой массы суданской травы на неудобренном контроле составила 130,8 ц/га, при внесении $P_{10}N_{45}$ — 162,5 ц/га, $N_{45}P_{45}$ — 175,3 ц/га, а по варианту $N_{45}P_{45}K_{45}$ было получено 179,7 ц/га, т. е. на 37,4 % больше, чем на контроле. Урожайность зеленой массы сорго путем внесения при посеве $P_{10}N_5$ на расстоянии 4—5 см от семян была доведена до 170,8 ц/га, при урожае на контроле 157,4 ц/га.

Горохово-пшеничная смесь, на долю которой приходится около 30 % общей площади под озимыми, возделываемыми на корм скоту, при внесении под вспашку 45 кг P_2O_5 увеличивает урожай до 228,2 ц/га, в то время как неудобренный контроль дает лишь 160,9 ц/га. Внесение азота под горохово-пшеничную смесь не дает устойчивой прибавки урожая по годам, а калийные удобрения не эффективны. Применение под горохово-пшеничную смесь фосфорных удобрений способствует также улучшению качества корня — повышает содержание протеина и минеральных веществ.

Многолетние исследования показали высокую эффективность предпосадочного внесения удобрений под плодовые насаждения, в частности под яблони (табл. 22).

Таким образом, применение удобрений в условиях Крыма обеспечивает существенное повышение урожайности сельскохозяйственных культур.

ЛИТЕРАТУРА

- Иванов В. Н. Почвы Крыма и повышение их плодородия. Симферополь, «Крым», 1966.
 Кочкин М. А. Почвенно-климатическое районирование Крымского полуострова. — Научные труды Государственного Никитского ботанического сада, т. XXXVII. М., «Колос», 1964.
 Кочкин М. А. Почвы, леса и климат горного Крыма и пути их рационального использования. — Научные труды Государственного Никитского ботанического сада, т. XXXVIII. М., «Колос», 1967.
 Сербин А. А. Особенности приготовления и использования удобрений в Крыму. — В кн. «Наука сельскохозяйственному производству». Симферополь, Крымиздат, 1963.

СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ В СЕВООБОРОТАХ КРЫМА

В условиях Крыма влага является решающим фактором в проявлении эффективности удобрений. Систему удобрений приходится поэтому строить с таким расчетом, чтобы в максимально возможной мере удовлетворить потребность каждой культуры севооборота в элементах питания и в то же время совмещать время внесения удобрений с периодом наилучшего естественного увлажнения почвы.

Почвы Крыма, даже лучшие, располагающиеся в центральной части степи, содержат 3—3,5% гумуса. Все основные почвенные разности, встречающиеся на Крымском полуострове, характеризуются тяжелым механическим составом, сильной распыленностью, плохой водоотдачей и большой долей недоступной влаги (Гусев, Колесниченко, 1955). Здесь много солонцовых почв, отличающихся особенно плохими физическими свойствами.

В таких условиях очень важно применение органических удобрений, которые должны составить основу системы удобрений в севообороте. Как основные удобрения, они должны вноситься под главную в хозяйстве культуру. В полеводстве такой культурой является озимая пшеница. Пшеница в Крыму высевается по чистым и занятых парам, по кукурузе широкорядного способа посева, убираемой на силос в стадии молочно-восковой спелости. Ее сеют также по стерне озимых, подсолнечнику и некоторым другим непаровым предшественникам. Лучшим местом внесения органических удобрений в севообороте под озимую пшеницу являются чистые и занятые пары.

В Крыму высевается высокоурожайный сорт озимой пшеницы «безостая-1», которая здесь обычно не полегает. По парам она может давать 50 ц/га зерна и больше, но для этого в почве необходимо создать определенный запас влаги и усвояемых форм питательных веществ. Органические удобрения, внесенные незадолго до посева пшеницы, например под вспашку стерневых предшественников, в короткий срок, который остается до посева, в сухой почве не успевают в достаточной мере разложиться и в первые дни вегетации не обеспечивают растения элементами питания. При внесении удобрений в пар, особенно чистый, за период парования в почве накапливается достаточно влаги и элементов питания. Ценность паров в этом случае неизмеримо возрастает, и они становятся участками действительно высоких и гарантированных урожаев.

С организационной стороны внесение органических удобрений в пар является также наилучшим: оно не совпадает с другими сельскохозяйственными работами. Применение органических удобрений под пар особенно необходимо на таких почвах, как мергелистые, щебнистые, отличающиеся низким естественным плодородием.

Лучшими дозами органических удобрений в Крыму являются 10—20 т/га (табл. 1). С увеличением дозы до 40 т/га прибавка урожая пшеницы повышается, но резко падает оплата тонны навоза зерном. Доза 40 т/га является экономически уже невыгодной. Лишь на солонцовых почвах, отличающихся плохими физическими свойствами, и почвах с очень низким естественным плодородием допустимо внесение 25—30 т/га навоза.

Вносить органические удобрения в засушливых условиях Крыма лучше глубоко под вспашку. Мелкое, а тем более поверхностное внесение в под-

Таблица 1

Влияние навоза на урожайность озимой пшеницы «Безостая-1» (средние многолетние данные)

Доза навоза, т/га	Прибавка урожая, ц/га	Оплата 1 т навоза зерном, кг
10	2,4	24,0
20	3,1	15,3
40	3,4	8,6

Таблица 2

Продолжительность последействия органических удобрений в севообороте, ц/га

Внесено удобрений под предшественники	Урожайность второй культуры (озимой пшеницы)		Урожайность третьей культуры				Урожайность четвертой культуры		Урожайность пятой культуры (озимой пшеницы)
	по удобренной пшенице	по удобренной кукурузе	кукурузы на силос	озимой пшеницы	ярового ячменя	озимого ячменя	озимой ржи	озимой ржи на силос	
Без удобрений (контроль)	18,0	22,3	140,1	21,4	17,5	20,6	26,7	115,1	19,2
Перепревший навоз 10 т/га	19,1	24,5	138,5	23,5	18,8	21,1	26,9	113,7	19,7
Органо-минеральная смесь (перегной-сыпец 6 т/га + P ₄₅)	19,1	23,4	140,9	24,4	18,3	21,5	27,0	113,4	19,7

кормку, практикуемое иногда в северных областях, здесь дает очень слабый эффект.

В Крыму отмечены случаи заметного последействия органических удобрений на шестой год, но сравнительно устойчивое последействие сохраняется первые три-четыре года (табл. 2). Поэтому и вносить их следует через каждые три-четыре года.

Поля под пшеницу из-под кукурузы в Крыму обычно не пашут, а обрабатывают мелко; навоз следует вносить глубоко под вспашку, в данном случае поэтому лучше его вносить под предшественник пшеницы — кукурузу.

В качестве парозанимающей культуры в Крыму чаще всего высевается рожь. Сама рожь очень хорошо использует последействие внесенных ранее удобрений. Как второстепенная культура она обычно не получает удобрений, но при выращивании на зеленую массу очень хорошо отзывается на непосредственное внесение удобрений, главным образом азотных (табл. 3).

Таблица 3

Действие удобрений на урожайность зеленой массы ржи

Вариант опыта	Урожай, ц/га	Прибавка	
		ц/га	%
Без удобрений (контроль)	83,1	—	—
Последействие 20 т/га навоза	110,9	27,8	33,5
N ₄₅	132,9	49,8	60
Последействие 20 т/га навоза + N ₄₅	159,9	76,7	92,3

Таблица 4

Действие припосевного внесения суперфосфата на урожай озимой пшеницы, ц/га

Предшественник	Годы	Вариант опыта	Уро-жай	При-бавка
Черный пар	1957—1961	Без удобрений (контроль)	28,2	—
		P_{10} с семенами	30,3	2,1
Кукуруза на зерно	1956—1960	Без удобрений (контроль)	20,4	—
		P_{10} с семенами	22,1	1,7

В рассмотренном в табл. 3 случае удобрения практически удваивают урожай.

Важность внесения азотных удобрений под рожь усугубляется еще и тем, что эта культура убирается рано — в конце апреля — начале мая. Весна в Крыму из-за охлаждающего действия окружающих морей обычно всегда затяжная и холодная. К концу апреля почва прогревается до $+10^{\circ}$ лишь на глубину 10 см, и рожь не может быть обеспечена азотом за счет микробиологической деятельности почвы. После уборки ржи поле пашут и вносят удобрения как в пар.

Осень в Крыму обычно сухая, особенно в предпосевной, посевной и послепосевной периоды. Предшествующие культуры выбирают из почвы усвояемые формы элементов питания. Мобилизация азота и почвенных фосфатов идет чрезвычайно слабо из-за сухости почвы, а затем из-за наступления низких температур. Озимые же культуры трогаются в рост рано. По средним многолетним данным, начало весенней вегетации их приходится на третью декаду марта, но часто озимые вегетируют с небольшими перерывами всю зиму.

Таким образом, в условиях Крыма подавляющее большинство сельскохозяйственных культур нуждается во внесении азота и фосфора. Калием крымские почвы в общем богаты (Иванов, 1958). Поэтому лишь некоторые овощные, технические и плодово-ягодные культуры повышают урожай при его внесении.

Экономически наиболее выгодно припосевное внесение фосфорных удобрений. Данные табл. 4 показывают, что этот прием при малом расходе удобрений хорошо повышает урожай пшеницы по пару и кукурузе. Другие опыты показали, что при таком внесении урожай озимого ячменя повышается на 1,5—2 ц/га, ярового ячменя — до 1,5 ц/га, кукурузы на зерно в отдельные годы — до 2,7 ц/га, подсолнечника — на 1,2—2,2 ц/га. Фосфорные и азотные удобрения, внесенные под подсолнечник, дают обычно до 3,5 ц прибавки.

Для пшеницы по пару припосевное внесение минеральных удобрений является обязательным. По реакции на припосевное удобрение полевые культуры можно расположить в следующий убывающей последовательности: озимая пшеница, озимый ячмень, подсолнечник, яровой ячмень, кукуруза на зерно, культуры на силос и зеленый корм. Следует также учитывать, что в Крыму припосевное и основное внесение фосфорных удобрений часто дает одинаковый эффект.

В хозяйствах, обеспеченных повышенным количеством удобрений, замечено ослабление действия припосевного внесения удобрений. Это можно объяснить тем, что фосфорные удобрения при больших дозах основного внесения действуют в Крыму в течение двух-трех лет (Тулин, Холопцев, 1955). Будучи внесенными на глубину 27—30 см, при перепашке поля они попадают наверх. И если эти удобрения применяются систематически, верхний слой почвы обогащается фосфором. Основное внесение фосфорных удобрений весьма эффективно (табл. 5).

В Крыму не все хозяйства имеют возможность ежегодно удобрять навозом два парующих поля севооборота. В одно из них можно вносить супер-

Таблица 5

Действие фосфорных удобрений основного внесения на урожайность пшеницы, ц/га

Вариант опыта	Урожай по годам						Средние за шесть лет	
	1956	1957	1958	1959	1960	1961	урожайность	прибавка
Пшеница по пару								
Без удобрений (контроль)	—	23,8	31,3	29,4	31,1	25,2	28,2	—
P ₄₅	—	25,7	35,6	34,0	33,4	24,9	30,7	2,5
Пшеница по кукурузе на зерно								
Без удобрений (контроль)	14,6	—	27,6	23,1	16,1	—	20,4	—
P ₄₆	18,4	—	28,8	24,1	17,9	—	22,3	1,9

фосфат в дозе 45—60 кг действующего вещества на гектар, азот же накопится в процессе парования почвы.

Поверхностные подкормки суперфосфатом в Крыму эффекта не дают даже в орошаемых условиях. Фосфор при контакте с почвой связывается в нерастворимое в воде соединение, теряет подвижность и остается в недоступном для растений верхнем слое.

В севооборотах Крыма после озимой пшеницы по пару принято высевать или кукурузу, а за ней снова пшеницу, или повторно пшеницу, а затем кукурузу. Навоз оказывает последействие в течение трех лет, поэтому его под вторую культуру можно не вносить. Кукуруза хорошо использует последействие навоза. Вторая пшеница, высеваемая после паровой пшеницы или второй культурой после кукурузы, к началу осени не бывает обеспечена усвояемыми элементами питания; дополнительное внесение их, особенно азота, хорошо оплачивается урожаем (табл. 6). Лишь в годы с устойчивой засухой в период всех весенних месяцев (1967 г.) не отмечалось эффективности азотных удобрений. В остальные годы и в среднем за ряд лет действие их было довольно высоким.

Под пшеницу по всем непаровым предшественникам, за исключением бобовых культур, в Крыму необходимо вносить с осени азотные удобрения в дозе 45—60 кг действующего вещества на гектар; допустимо внесение их и под вспашку.

В Крыму не отмечается вымывания или глубокого (за пределы корнеобитаемого слоя) вмывания удобрений. При крымских зимах не опасно понижение зимостойкости пшеницы под действием азотных удобрений. В наших трехлетних опытах (1964—1966 гг.) внесение азотных удобрений глубоко под вспашку отдельно и вместе с фосфорными удобрениями неизменно по-

Таблица 6

Действие азотных удобрений осеннего внесения на урожай пшеницы *, ц/га

Вариант опыта	Урожай по годам					Прибавка
	1964	1965	1966	1967	среднее	
Без удобрений (контроль)	37,6	23,3	26,0	24,8	27,9	—
N ₃₀ под предпосевную культурацию	46,0	23,3	31,4	23,8	31,1	3,2
N ₃₀ поверхностью осенью по посеву	46,1	24,8	31,9	23,5	31,6	3,7

* Предшественник — кукуруза, убранная в фазу молочно-восковой спелости; посев 210×70 см.

Таблица 7

Действие минеральных удобрений основного внесения на урожайность озимой пшеницы, ц/га

Вариант опыта	Урожай по годам				Прибавка
	1964	1965	1966	среднее	
Без удобрений (контроль)	28,7	29,1	43,4	33,7	—
N_{60}	36,6	31,9	45,0	37,8	4,1
P_{80}	30,0	32,6	45,6	36,1	2,4
K_{60}	29,1	28,2	42,0	33,1	-0,6
$N_{60}P_{80}$	39,7	37,2	46,5	41,1	7,4
$N_{60}P_{80}K_{60}$	37,6	35,2	45,8	39,5	5,8

вышало урожай пшеницы (табл. 7). Приведенные данные подтверждают отмечавшееся выше отсутствие эффективности калийных удобрений.

Весенние подкормки по эффективности значительно уступают осеннему внесению; их нужно применять в тех случаях, когда азотные удобрения с осени не были внесены (45—60 кг N на 1 га) или состояние пшеницы свидетельствует о необходимости повторного внесения их весной (30 кг/га). В этих случаях их следует вносить в конце февраля: более поздние сроки снижают эффект.

Второй озимой культурой, выращиваемой в Крыму на зерно и занимающей одно поле севооборота, является озимый ячмень. Это довольно высокоурожайная и отзывчивая на удобрение культура. В отдельные годы в условиях Крыма его урожай доходил до 52 ц зерна с 1 га.

Обычными предшественниками ячменя в севообороте являются кукуруза на силос и стерневые. Как и для озимой пшеницы, главными удобрениями для ячменя являются фосфорные и азотные. В засушливые годы лучше действуют фосфорные удобрения, во влажные — азотные осеннего внесения. Так, в среднем за три года (1961—1963 гг.) были получены по различным вариантам следующие урожаи озимого ячменя (ц/га):

Без удобрений	22,6
N_{30} с осени	27,0

В 1963 г. урожай ячменя от N_{30} повысился на 7,4 ц/га, от N_{45} — на 11,2 ц/га, от N_{60} — на 8,9 ц/га. Под ячмень лучше вносить совместно азотные и фосфорные удобрения по 45 кг/га действующего вещества. В благоприятные годы урожай при этом заметно повышается. Так, в 1963 г. были получены следующие результаты:

Вариант опыта	Урожай, ц/га	Вариант опыта	Урожай, ц/га
Контроль	21,2	N_{45}	32,4
P_{45}	28,6	(NP) ₄₅	38,4

Озимый ячмень при малейших погрешностях в агротехнике резко снижает урожай и чаще пшеницы изреживается, а то и погибает зимой. Зависимость его гибели от доз азотных удобрений не установлена, но при высоких дозах такая опасность не исключена. Поэтому дозу азота 45 кг/га следует признать для этой культуры предельной при осеннем внесении. При надобности ее можно дополнить ранневесенними (февральскими) подкормками.

Кукуруза в полевых севооборотах Крыма занимает два поля и в последние годы выращивается исключительно на зеленую массу, чаще всего при широкорядном способе посева. Если она высевается второй культурой после удобренных паров, то под нее целесообразно вносить при посеве одни фосфорные удобрения в дозе 60—100 кг/га. Если в севообороте только одно поле пары, то вторым обильно удобряемым полем должно быть поле кукурузы, куда вносят органические и минеральные удобрения (табл. 8).

Таблица 8

Действие удобрений на урожайность зеленой массы кукурузы, ц/га (данные В. Г. Погребняка)

Вариант опыта	Урожай по годам					Прибавка
	1965	1966	1967	1968	среднее	
Без удобрений (контроль)	139,2	188,4	131,6	158,3	154,4	—
20 т/га навоза	146,7	202,3	140,0	174,8	165,9	11,5
20 т/га навоза + (NPK) ₄₀	158,8	217,7	142,8	181,3	175,1	20,7

Таблица 9

Действие удобрений на урожай ярового ячменя

Вариант опыта	Урожай по годам			Прибавка
	1959	1960	среднее	
Без удобрений (контроль)	21,5	13,4	17,5	—
P ₁₀ с семенами	22,4	14,3	18,4	0,9
P ₄₅ под зябь	22,5	13,2	17,9	0,4
P ₁₀ + N ₃₀ весной под культивацию	25,4	17,4	21,4	3,9

Кукуруза потребляет наибольшее количество питательных веществ во второй половине вегетации. При засушливой погоде в это время эффективность удобрений заметно снижается, особенно внесенных мелко, в подкормки. Поэтому обеспечить потребность кукурузы в элементах питания в течение всей вегетации лучше всего обильной заправкой почвы удобрениями под вспашку.

Завершающей культурой в полевых севооборотах Крыма обычно является яровой ячмень. При больших нормах и частом внесении удобрений в севообороте эта культура хорошо использует их последействие и не нуждается в специальном внесении. Но при недостаточном внесении удобрений в севообороте ячмень находится в наихудших условиях произрастания, так как к концу ротации почва в известной мере истощается и засоряется сорняками. В таком случае следует вносить удобрения непосредственно под эту культуру. Больше всего ячмень нуждается в азотных удобрениях (табл. 9), как культура скороспелая и раннего срока сева (ее высевают в Крыму иногда даже в феврале). Наиболее же интенсивное усвоение элементов питания у ярового ячменя происходит в первую половину вегетации. Поэтому без внесения удобрений, за счет почвенно-микробиологических факторов, он бывает слабо обеспечен элементами питания.

Таблица 10

Влияние удобрений на урожай ячменя, ц/га

Вариант опыта	Урожай	Прибавка
Без удобрений (контроль)	13,7	—
P ₄₀ под зябь (фон)	14,1	0,4
Фон + N ₄₀ под зябь	15,5	1,8
Фон + N ₆₀ под зябь	16,0	2,3
Фон + N ₈₀ под зябь	16,5	2,8
Фон + N ₄₀ весной под культивацию	16,9	3,2
Фон + N ₆₀ весной под культивацию	17,0	3,3
Фон + N ₄₀ под зябь + N ₂₀ под культивацию	17,6	3,9

Даже в засушливые, малоблагоприятные для ярового ячменя годы, каким был, например, 1969 г., наибольшее действие оказывают азотные удобрения (табл. 10). Фосфорные удобрения без азотных дают слабый эффект.

Яровой ячмень часто высевается в Крыму взамен погибших за зиму озимых. Если под озимые вносились удобрения, то непосредственно под ячмень при пересеве вносить их не нужно. Если же озимые не удобрялись, то следует внести по 30—40 кг/га действующего вещества азотных и фосфорных удобрений.

В засушливом Крыму погодные условия иногда складываются так, что удобрения почти совсем не используются культурой, под которую они вносились. Это обстоятельство необходимо всегда учитывать при внесении удобрений под следующую культуру и в соответствии с этим корректировать рекомендуемые приемы.

ЛИТЕРАТУРА

- Гусев В. П., Колесниченко В. Т. Почвы Крымской государственной сельскохозяйственной опытной станции и прилегающих районов. — Труды Крымской государственной комплексно-сельскохозяйственной опытной станции, т. I. Крымиздат, 1955.
- Иванов В. Н. Почвы Крыма и повышение их плодородия. Крымиздат, 1958.
- Клепинин Н. Н. Почвы Крыма. Симферополь, 1935.
- Пенюголов А. В. Климат Крыма. Симферополь, 1930.
- Тулин А. С., Холопцев М. В. Эффективность удобрений под полевые культуры в степной части Крыма. — Труды Крымской государственной комплексно-сельскохозяйственной опытной станции, т. I. Крымиздат, 1955.

УДОБРЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ПРИ ОРОШЕНИИ

В засушливом климате юга Украины величина урожая сельскохозяйственных культур в значительной степени определяется количеством атмосферных осадков. От осадков зависит и действие удобрений. Если в относительно влажные годы прибавки урожая озимой пшеницы при внесении $N_{30}P_{30}$ достигают 3—6 ц/га, то в засушливые годы они поникаются до 1—2 ц/га. Сравнительно невысоки здесь и оптимальные нормы удобрений, колеблющиеся в пределах $N_{30-60}P_{20-40}$.

Орошение в данной зоне повышает урожай всех культур и увеличивает в несколько раз эффективность удобрений, создавая возможность прогрессивного поднятия урожайности за счет роста норм N до 100—150 кг/га, P до 90—100 кг/га без снижения их окупаемости. По данным Украинского научно-исследовательского института орошаемого земледелия (УкрНИИОЗ) и других научно-исследовательских учреждений, за счет удобрения с каждого поливного гектара выращивается дополнительно по 20—30 ц зерна озимой пшеницы, кукурузы и риса, по 150—200 ц сахарной свеклы и кукурузы на силос. Несколько зависит эффективность удобрений от влажности почвы, наглядно видно из сводных данных ВИУА, представленных в табл. 1.

Существует прямая зависимость между экономической окупаемостью орошения и применением удобрений. Установлено, что как бы ни совершенствовалась агротехника на поливных землях, без удобрений высокие урожаи не достигаются, более того, наблюдается их постепенное падение. Примером этому могут служить наши опыты, в которых при отсутствии удобрений наблюдалось падение урожая зерна кукурузы на 14,8 ц/га, а озимой пшеницы на 6,0 ц/га, тогда как на фоне NP урожай оставался на одном уровне (табл. 2). Все это свидетельствует о необходимости сочетать орошение с достаточным внесением удобрений под все культуры севооборота.

В зоне орошения УССР (Крымская, Одесская, Херсонская и Николаевская области) преобладают почвы каштанового комплекса и южные черноземы. В ряде районов Запорожской и Днепропетровской областей южные черноземы постепенно переходят в обыкновенные. В Донецкой и Ворошиловградской областях орошаются уже обыкновенные черноземы.

Таблица 1

Влияние повышенных норм удобрений на урожай сельскохозяйственных культур при разных поливных режимах, ц/га (Балябо и др., 1967)

Культура	Почва	Урожай при поливном режиме		Прибавки урожая от удобрений при поливном режиме	
		жестком	хорошем	жестком	хорошем
Сахарная свекла	Предкавказский чернозем	627	957	4	182
Картофель	Каштановая	252	354	44	120
Кукуруза на силос	Сероземно-бурая	342	580	157	310
Яровая пшеница	Темно-каштановая	33	53	2	14

Таблица 2

Повышение урожаев зерновых культур при внесении удобрений на орошаемых темно-каштановых почвах, ц/га

Вариант опыта	Кукуруза (зерно)		Озимая пшеница	
	1963 г.	1964 г.	1966 г.	1969 г.
Без удобрений	54,9	40,1	35,6	29,6
NP	67,6	66,7	53,2	54,8

Таблица 3

Эффективность азотных и фосфорных удобрений на темно-каштановых почвах (данные отдела агрохимии УкрНИИОЗ за 1963—1969 гг.)

Удобрения	Урожай, ц/га			Удобрения	Урожай, ц/га		
	озимая пшеница	кукуру- за (силос)	сахарная свекла		озимая пшеница	кукуру- за (силос)	сахарная свекла
Контроль (без удобрений)	33,1	342	496	Фосфорные	34,0	345	514
Азотные	45,7	445	691	Азотные и фос- форные	51,8	550	719

Действие отдельных питательных веществ и их сочетаний

Питательные вещества в опти- мальных дозах для каждой почвы и культуры	Темно-каштановые почвы					
	озимая пшеница УкрНИИОЗ 1967—1969 гг.	кукуруза, зерно УкрНИИОЗ 1968—1969 гг.	кукуруза, силос ЮжноИМ (Поволжье) 1964 г.	сахарная свекла УкрНИИОЗ 1968—1969 гг.	люцерна, сено* УкрНИИОЗ 1967—1969 гг.	
Контроль (без удобрения)	28	49	30	342	369	245
N	+22	+37	+33	+163	+195	+22
P	+2	—1 до +4	+10	+3	+35	+34
NP	+26	+45	+30	+220	+250	+61
NK	+21	—	—	+158	+183	+26
PK	0	—	—	—	—	—
NPK	+25	—	+44	+179	+275	+54

* В сумме за три года жизни.

Каштановые почвы и южные черноземы относительно бедны органическим веществом и азотом. Мощность гумусового горизонта темно-каштановых почв колеблется от 30 до 50 см, южных черноземов — от 50 до 60 см; содержание гумуса — соответственно 1,2—2,0 и 2,7—3,5 %, общего азота — 0,10—0,16 и 0,20—0,30 %. Валового фосфора в этих почвах содержитя 0,07—0,14 %. Гумусовый горизонт обыкновенных черноземов достигает 80 см, содержание гумуса — 4—5 %, общего азота — 0,3—0,4 % и валового фосфора — 0,2—0,3 %. Все почвенные разности зоны, за исключением супесчаных, сравнительно богаты калием. Значительная часть орошаемых

земель в разной степени осолонцвана, а при близком стоянии грунтовых вод подвержена вторичному засолению.

Естественно, что указанная неоднородность почвенного покрова требует дифференцированного подхода к разработке системы удобрений всех культур севооборота. В зависимости от почвенного плодородия меняются оптимальные нормы и соотношения NPK, а в зависимости от физических свойств почвы — и сроки их внесения. Экспериментальные данные по действию отдельных питательных веществ и их сочетаний (Балябо и др., 1967; Попова, 1968, и др.) позволяют считать, что на почвах каштанового комплекса растения больше всего нуждаются в дополнительном азотном питании. Как видно из данных табл. 3 и 4, внесение азота повышает урожай зерновых культур, зеленой массы кукурузы и сахарной свеклы в 1,5—2 раза. В южных черноземах азот также находится в первом минимуме, прибавки урожаев при его внесении достигают 40—50 %. При переходе к обыкновенным черноземам действие азотных удобрений значительно уменьшается.

Действие фосфора на каштановых почвах и южных черноземах менее устойчиво, чем азота, и проявляется главным образом при их совместном применении, однако для получения высоких урожаев необходимо ежегодное внесение фосфорных удобрений (табл. 3, 4). На обыкновенных черноземах по эффективности фосфор приближается к азоту.

В отличие от азотных и фосфорных, калийные удобрения на орошаемых землях Украины в большинстве случаев не дают положительных результатов. На каштановых же почвах Поволжья получены значительные прибавки урожая зерна кукурузы при внесении калия (табл. 4).

Таблица 4

на орошаемых землях, урожай и прибавки от удобрений, ц/га

Южные черноземы		Обыкновенные и предкавказские черноземы				
озимая пшеница	кукуруза, силос	кукуруза, зерно	кукуруза, силос	сахарная свекла	люцерна, сено*	
Николаевск, оп. ст. 1967—1968 гг.	Николаевск, оп. ст. 1968 г.	Грозенск, оп. ст. 1968 г.	Донецк, оп. ст. 1962—1963 гг.	Донецк, оп. ст. 1964 г.	Донецк, оп. ст. 1962—1964 гг.	Донецк, оп. ст. 1965—1967 гг.
33	392	54	53	609	528	339
—	—	—2	—	—	—	—5
—	—	+2	+4	+1	+36	+38
+13	+163	+12	+9	+81	+95	+60
+12	+144	—	—	—	+61	+34
+2	+58	—	—	—	+111	+59
+13	+156	+10	+7	+81	+44	+33

АЗОТНЫЕ УДОБРЕНИЯ

Изучение эффективности азотных удобрений при орошении в Европейской части СССР, в том числе и на Украине, в настоящее время проводится на почвах каштанового комплекса, южных и обыкновенных черноземах. Наибольшее количество опытов поставлено в УкрНИИОЗ на суглинистых темно-каштановых почвах и южных черноземах (Херсонская область).

Анализ многолетних данных позволяет считать, что на орошаемых темно-каштановых почвах при систематическом внесении удобрений под все культуры севооборота оптимальная норма азота для озимой пшеницы «Бе-

Таблица 5

Действие азотных удобрений на озимую пшеницу на суглинистых темно-каштановых почвах

Вариант опыта	1963—1966 гг.			1965—1966 гг.		
	урожай, ц/га	прибавка, ц/га	оплата урожаем 1 кг удоб- рений, кг	урожай, ц/га	прибавка, ц/га	оплата урожаем 1 кг удоб- рений, кг
P ₆₀ (фон)	35,2	—	—	34,6	—	—
Фон + N ₃₀	44,4	9,2	30,7	—	—	—
Фон + N ₆₀	48,9	13,7	22,8	—	—	—
Фон + N ₉₀	51,7	16,5	18,3	53,3	18,7	20,0
Фон + N ₁₂₀	—	—	—	55,0	20,4	17,0

зостая-1» составляет 90 кг/га, при этом урожай достигают 50—57 ц/га (табл. 5). Увеличение нормы азота до N₁₂₀ практически не оправдалось, не дало положительных результатов и доведение нормы до N₁₅₀.

Эти выводы подтверждаются проведенными в 1967—1968 гг. опытами Херсонской госсортсети, в которых при внесении N₉₀ прибавка урожая зерна равнялась 11,6 ц/га, при N₁₂₀—9,7 ц/га, а также исследованиями на каштановых почвах Армении (Авакян и др., 1966) и Грозненской ОМС. На каштановых почвах Поволжья, по предварительным данным ВолжНИГИМ, оптимальная норма азота должна доводиться до 120 кг/га. Доведение нормы азота под озимую пшеницу до 100—120 кг/га во всей зоне срочаемых каштановых почв считает необходимым и ВИУА (Баллябо и др., 1967).

Представляет интерес сопоставление результатов исследований по этому вопросу Брилевской опытной станции УкрНИИОЗ (Херсонская область) за 1929—1938 и за 1963—1967 гг., проведенных на легкосуглинистых темно-каштановых почвах. Если в первый период оптимальная годовая норма азотных удобрений равнялась N₉₀ и повышала урожай озимой пшеницы на 7—9 ц/га, то через 30 лет, при общем поднятии уровня урожайности с 30—35 до 40—50 ц/га, оптимальная норма азота снизилась до 60 кг/га, а прибавка от нее составила 10,2 ц/га (табл. 6). Подобные изменения объясняются возросшим почвенным плодородием в результате систематического внесения высоких доз органических и минеральных удобрений и посева люцерны. В отличие от опытов Брилевской станции в опытах других учреждений возрастал не только уровень урожайности пшеницы, но и оплата азотных туков. По данным наших опытов, проводившихся в УкрНИИОЗ в 1961—1969 гг. на участках первых двух лет орошения и орошившихся более 20 лет, оптимальная норма азота и уровень урожайности на удобренных делянках не изменились в зависимости от срока орошения, но оплата удобрений урожаем несколько уменьшилась.

Вообще же исследования, в том числе и наши, показывают естественное снижение потребности в азотных удобрениях при орошении, что связано главным

Таблица 6

Действие азотных удобрений на озимую пшеницу на легких темно-каштановых почвах (данные А. М. Белякова, Брилевская опытная станция, 1963—1967 гг.)

Вариант опыта	Урожай, ц/га	Прибав- ка, ц/га	Оплата урожаем 1 кг удоб- рений, кг	Вариант опыта		Урожай, ц/га	Прибав- ка, ц/га	Оплата урожаем 1 кг удоб- рений, кг
				Фон + N ₆₀	Фон + N ₉₀			
P ₆₀ (фон)	37,2	—	—	Фон + N ₆₀	—	47,4	10,2	17,0
Фон + N _{30—40}	44,4	7,2	20,6	Фон + N ₉₀	—	47,5	10,3	11,4

Таблица 7

Действие азотных удобрений на озимую пшеницу на южных черноземах Херсонской области, ц/га (данные А. А. Собко, А. Н. Малышева, УкрНИИОЗ, за 1965—1968 гг.)

Вариант опыта	Урожай зерна	Прибавка	Вариант опыта	Урожай зерна	Прибавка
Контроль (без удобрений) $N_{90}P_{90}$	34,4	—	$N_{120}P_{90}$	52,0	17,6
	50,5	16,1	$N_{120}P_{120}$	50,8	16,4
			$N_{150}P_{120}$	51,6	17,2

образом с увеличением выноса азота урожаями и с его возможными потерями за счет выщелачивания и денитрификации в периоды переувлажнения, неизбежные при проведении поливов (Болотина, 1960; Кудрин, 1947; Левенштейн, 1959; Попова, 1967; Турчин, 1965).

В зоне южных черноземов, по данным УкрНИИОЗ (Собко, 1969), Николаевской областной опытной станции и опорного пункта УкрНИИОЗ в совхозе «Степовий» Днепропетровской области, оптимальная норма азотных удобрений для озимой пшеницы также находится в пределах N_{90} , а доведение ее до N_{120} и N_{150} в лучшем случае повышает прибавку урожая на 0,8—1,5 ц/га (табл. 7, 8). В отличие от первых лет орошения (см. табл. 4) оплата внесенного азота урожаем зерна озимой пшеницы на южных черноземах при систематическом внесении удобрений начинает сравниваться с оплатой на темно-каштановых почвах (сравни табл. 5 и 8).

На орошаемых обычновенных черноземах, по предварительным данным МолдНИИОЗ, Ростовской ОМС и других опытных учреждений, рекомендуемые нормы азота колеблются в пределах 60—90 кг/га, при этом общая урожайность пшеницы не выше, чем на южных черноземах и даже каштановых почвах, но прибавки от удобрений не превышают 8—10 ц/га.

Для кукурузы на темно-каштановых почвах, по предварительным данным, оптимальная норма азота значительно выше, чем для пшеницы, и находится в пределах 120—150 кг/га (табл. 9, 10). Прибавка урожая силосной массы от N_{150} составляет 213 ц/га, с оплатой урожаем каждого внесенного килограмма N по 142 кг. Понижение нормы N до 120 кг уменьшало не только прибавку урожая до 163 ц/га, но и оплату силосной массой 1 кг удобрения до 136 кг. При выращивании кукурузы на зерно прибавка урожая от N_{150} составляет 34,2 ц/га, с оплатой зерном каждого внесенного килограмма N, равной 22,8 кг. Понижение нормы до N_{120} , так же как и у кукурузы на силос, уменьшало прибавку урожая до 31,5 ц/га, но оплата единицы азота, наоборот, возрастила до 26,3 кг. Доведение нормы N до 180 кг/га не

Таблица 8

Действие азотных удобрений на озимую пшеницу на южных черноземах Николаевской и Днепропетровской областей

Вариант опыта	Николаевская обл. опытная станция, 1967—1968 гг.			Опорный пункт УкрНИИОЗ в совх. «Степовий», 1968—1969 гг.		
	урожай, ц/га	прибавка, ц/га	оплата урожаем 1 кг удобрения, кг	урожай, ц/га	прибавка, ц/га	оплата урожаем 1 кг удобрения, кг
Контроль (без удобрений)	33,4	—	—	32,2	—	—
$P_{60}N_{30}$	—	—	—	39,3	7,1	23,7
$P_{60}N_{60}$	46,5	13,1	21,8	40,7	8,5	14,2
$P_{60}N_{90}$	50,2	16,8	18,7	43,7	11,5	12,8
$P_{60}N_{120}$	48,8	15,4	12,8	—	—	—

Таблица 9

Действие азотных удобрений на кукурузу (на силос) на суглинистых темно-каштановых почвах (данные И. М. Поповой и В. И. Криштопы, УкрНИИОЗ)

Вариант опыта	1965 г.			1969 г.		
	урожай, ц/га	прибавка, ц/га	оплата урожаем 1 кг удоб- рения, кг	урожай, ц/га	прибавка, ц/га	оплата урожаем 1 кг удоб- рения, кг
P ₉₀	276	—	—	425	—	—
N ₆₀ P ₉₀	330	63	105	517	92	102
N ₉₀ P ₉₀	389	122	136	565	140	155
N ₁₂₀ P ₉₀	429	162	135	588	163	136
N ₁₅₀ P ₉₀	—	—	—	638	213	142
N ₁₈₀ P ₉₀	—	—	—	623	198	110

Таблица 10

Действие азотных удобрений на кукурузу (на зерно) на суглинистых темно-каштановых почвах (данные И. М. Поповой и В. И. Криштопы, УкрНИИОЗ)

Вариант опыта	1964 г.			1968—1969 гг.		
	урожай, ц/га	прибавка, ц/га	оплата урожаем 1 кг удоб- рения, кг	урожай, ц/га	прибавка, ц/га	оплата урожаем 1 кг удоб- рения, кг
P ₉₀	45,6	—	—	46,6	—	—
N ₆₀ P ₉₀	55,1	9,5	15,8	66,6	20,0	33,3
N ₉₀ P ₉₀	66,6	21,0	23,3	73,1	26,5	28,3
N ₁₂₀ P ₉₀	67,6	22,0	18,3	78,1	31,5	26,3
N ₁₅₀ P ₉₀	—	—	—	80,8	34,2	22,8
N ₁₈₀ P ₉₀	—	—	—	77,1*	30,5	17,0
N ₁₈₀ P ₁₂₀	—	—	—	77,1*	30,5	17,0

* Данные за 1969 г.

дало положительных результатов ни для кукурузы на силос, ни для кукурузы на зерно.

На полях Брилевской опытной станции эффективность азотных удобрений оказалась очень неравномерной. Например, в опыте 1965 г. внесение азота под кукурузу, выращиваемую на силос, не дало результатов, а в опыте 1967 г. при внесении азота урожай зерна кукурузы увеличился на 10—14 ц/га, причем лучшие результаты были получены при доведении нормы N до 150 кг/га, но оплата единицы удобрений оказалась значительно ниже, чем в наших опытах (табл. 10, 11), — причина этого рассматривалась выше.

Данных об отзывчивости кукурузы на азотные удобрения в условиях южных черноземов пока очень мало и нельзя сделать даже предварительных выводов, так как в проведенных опытах не была вычленена эффективность по отдельным питательным элементам (Николаевская и Одесская областные опытные станции).

На обыкновенных черноземах Донбасса, по данным Донецкой областной опытной станции (Полферов, Мартовицкий, 1968, 1969), оптимальная норма азота составила 60 кг/га, при уборке кукурузы как на силос, так и на зерно. Прибавки урожая от N₆₀ составили зеленой массы 87 ц/га и зерна 9,1 ц/га, а оплата единицы азота равнялась, соответственно, 145 и 15 кг (табл. 12). На черноземах Кавказа оптимальная норма N в большинстве случаев колеблется в пределах 60—90 кг/га (Собко, 1969; Корнеева, 1967).

Таблица 11

Действие азотных удобрений на кукурузу на легкосуглинистых каштановых почвах
(данные Е. Т. Беляковой, Брилевская опытная станция)

Вариант опыта	Силосная кукуруза, 1965 г.		Зерновая кукуруза, 1967 г.		
	урожай, ц/га	прибавка, ц/га	урожай, ц/га	прибавка, ц/га	оплата уро- жаем 1 кг удобрения, кг
P ₉₀	433	—	44,1	—	—
N ₆₀ P ₉₀	461	+28	50,6	6,5	10,8
N ₉₀ P ₉₀	413	-20	50,6	6,5	7,2
N ₁₂₀ P ₉₀	422	-11	54,3	10,2	8,5
N ₁₅₀ P ₉₀	—	—	58,3	14,2	9,5

Таблица 12

Действие азотных удобрений при внесении под кукурузу на черноземах
(данные Б. В. Полищерова, Донецкая областная опытная станция, 1965 г.)

Вариант опыта	Силосная кукуруза			Зерновая кукуруза		
	урожай, ц/га	прибавка, ц/га	оплата урожаем 1 кг удобрения, кг	урожай, ц/га	прибавка, ц/га	оплата урожаем 1 кг удобрения, кг
P ₁₂₀	531	—	—	50,6	—	—
N ₆₀ P ₁₂₀	618	87	145	59,7	9,1	15,1
N ₉₀ P ₁₂₀	623	92	102	58,7	8,3	9,2
N ₁₂₀ P ₁₂₀	631	100	83	60,4	9,8	8,2
N ₁₅₀ P ₁₂₀	629	98	65	58,4	7,8	5,2

В последние годы на орошаемых землях Украины значительные площади отводятся под посевы риса, возделывание которого требует значительного количества удобрений (Собко, 1969; Лактионов, 1969). На солонцеватых землях Причерноморья и Присивашья наиболее высокие урожаи риса получены при внесении N₁₂₀ (данные Б. И. Лактионова и В. Г. Багненко, УкрНИИОЗ), а на пойменных землях р. Южный Буг — при N₉₀ (данные С. И. Ершова, Вознесенская опытная станция; табл. 13). По данным же Херсонской госсортсети, в Причерноморье не следует увеличивать норму N сверх 90 кг/га.

Некоторое количество азота рекомендуется вносить и под сою; так, например, по данным опытов УкрНИИОЗ (Билоус и др., 1968), проведенных на темно-каштановых почвах, N₃₀ повышает урожай зеленой массы сои на 8 ц/га и зерна на 1,61 ц/га. Доведение нормы N до 60 кг/га оказалось нецелесо-

Таблица 13

Действие азотных удобрений на рис, ц/га, на фоне достаточного обеспечения фосфором и калием (1964—1967 гг.)

Вариант опыта	Причерно- морье и Приси- вашье	Пойма реки Ю. Буг	Вариант опыта	Причерно- морье и Приси- вашье	Пойма реки Ю. Буг
Контроль (без удобрений)	48,4	43,2	N ₉₀	67,2	53,3
N ₆₀	61,8	50,8	N ₁₂₀	68,9	52,4

Таблица 14

**Влияние удобрений на продуктивность сои на темно-каштановых почвах
(данные 1965—1967 гг.)**

Норма и сроки внесения N и P, кг/га	Урожай, ц/га		Содержание в зерне, %		Накопление клубеньков на корнях в конце весны, г на 1 растение
	зеленая масса	зерно	сырой протеин	жир	
Без удобрений	184	19,3	38,2	22,8	1,08
P ₅ в рядки	192	20,4	38,7	22,5	—
P ₄₀ под вспашку + P ₅ рядки	197	21,3	38,7	22,4	—
P ₆₀ под вспашку + P ₅ рядки	203	22,0	39,2	22,5	—
P ₄₀ под вспашку + P ₅ рядки + P ₂₀ подкормка	207	22,4	39,3	22,5	1,29
N ₃₀ P ₆₀ под вспашку + P ₅ рядки	211	23,6	40,3	22,6	—
N ₆₀ P ₆₀ под вспашку + P ₅ рядки	213	24,6	40,8	22,2	—
N ₃₀ P ₆₀ под вспашку + P ₅ рядки + N ₃₀ подкормка	221	25,1	40,6	22,1	—
N ₃₀ P ₄₀ под вспашку + P ₅ рядки + N ₃₀ P ₂₀ подкормка	226	25,5	40,8	22,8	0,90

образным, тем более что азотные удобрения уменьшали образование клубеньков на корнях (табл. 14).

По данным УкрНИИОЗ, на темно-каштановых почвах для получения урожая сахарной свеклы 600 ц/га и выше при современном уровне агротехники оптимальная годовая норма азота находится в пределах 130 кг/га (с учетом рядкового удобрения). Она повышает урожай корней на 146—155 ц/га, а условный выход сахара — на 22,2 ц/га. Каждый килограмм внесенного азота оплачивается 117—129 кг корней, или 18,5 кг сахара. Понижение нормы удобрений до N₁₀₀ в среднем за шесть лет уменьшало выход сахара на 5 ц/га, но в отдельных опытах различия между внесением N₁₀₀ и N₁₃₀ не наблюдалось. Доведение нормы до N₁₆₀ (с учетом рядкового удобрения) в среднем за два года положительных результатов не дало — некоторая прибавка урожая находилась в пределах точности опыта (табл. 15).

Таблица 15

Действие азотных удобрений на сахарную свеклу на суглинистых темно-каштановых почвах (данные И. М. Поповой и А. П. Шкирибисенко, УкрНИИОЗ)

Вариант опыта	Урожай корней, ц/га	Прибавка урожая, ц/га	Содержание сахара в корнях, %	Условный выход сахара, ц/га	Прибавка сахара, ц/га	Оплата урожаяем 1 кг удобрения, кг	
						корней	сахара
1964—1969 гг.							
P ₁₀₀ N ₁₀ K ₃₀ (фон)	457	—	18,2	84,1	—	—	—
Фон + N ₆₀	514	57	17,3	88,8	4,7	95	7,8
Фон + N ₉₀	532	105	17,9	95,8	11,7	117	13,0
Фон + N ₁₂₀	613	146	17,5	106,3	22,2	122	18,5
1968—1969 гг.							
P ₁₀₀ N ₁₀ *K ₃₀ (фон)	478	—	18,5	91,4	—	—	—
Фон + N ₁₂₀	633	155	17,9	113,4	22,0	129	18,3
Фон + N ₁₅₀	658	180	17,6	115,9	24,5	120	16,4

* N₁₀ в рядки при севе.

Таблица 16

Действие удобрений при внесении под сахарную свеклу на суглинистых темно-каштановых почвах Николаевской области 1961—1963 гг.

Вариант опыта	Урожай корней, ц/га	Прибавка, ц/га	Содержание сахара в корнях, %	Условный выход сахара, ц/га	Прибавка сахара, ц/га
Контроль (без удобрения)	376	—	17,2	64,7	—
$N_{10}P_{90}K_{60}$	438	62	18,4	80,5	15,8
$N_{60}P_{15}K_{60}$	450	74	17,9	80,8	16,1
$N_{60}P_{90}$	430	54	18,2	78,5	13,8
$N_{60}P_{90}K_{60}$	458	82	18,7	85,6	20,9
$N_{120}P_{90}K_{60}$	467	91	18,0	84,1	19,4
$N_{120}P_{180}K_{60}$	485	109	18,4	89,2	24,5
$N_{120}P_{180}K_{120}$	515	139	18,3	94,4	29,7
$N_{90}P_{135}K_{90}$	479	103	19,0	91,0	26,3
$N_{60}P_{90}K_{60} + 20 \text{ т/га}$ навоза	510	134	18,0	92,0	27,3

Таблица 17

Действие удобрений на сахарную свеклу на южных черноземах. 1965—1967 гг.

Вариант опыта	Урожай корней, ц/га	Прибавка, ц/га	Содержание сахара в корнях, %
Контроль (без удобрений)	405	—	18,7
$N_{40}P_{40}$	483	78	18,2
$N_{80}P_{80}$	557	152	18,3
$N_{80}P_{80} + \text{навоз } 25 \text{ т/га}$	589	184	18,1
$N_{80}P_{80}K_{40}$	545	140	18,2
$N_{120}P_{80}K_{40}$	593	188	18,3
$N_{80}P_{120}K_{40}$	554	149	18,2
$N_{120}P_{120}K_{40}$	576	171	18,2
$N_{160}P_{160}K_{40}$	592	187	17,9

Примерно такие же результаты (табл. 16) получены Николаевской областной опытной станцией (Федоровский, 1965), а также на каштановых почвах Заволжья и Казахстана (Балябо и др., 1967; Имангазиев, 1964).

При переходе от темно-каштановых почв к южным черноземам, по трехлетним данным УкрНИИОЗ (Штойко, Ноны, 1969) и Крымской областной опытной станции, оптимальная норма азота для сахарной свеклы остается на уровне 120—130 кг/га (табл. 17).

На обыкновенных черноземах Донбасса годовая норма азота под сахарную свеклу составляет 60—90 кг/га, сбор корней повышается при этом на 70 ц/га (Полферов, Мартовицкий, 1969).

Целесообразность внесения азотных удобрений под люцерну — пока спорный вопрос, разрешить который трудно из-за отсутствия достоверных опытов. Можно только отметить, что, по данным УкрНИИОЗ, на темно-каштановых почвах в первые годы орошения влияние азота на урожай сена люцерны было относительно небольшим и проявлялось только на фоне фосфора (см. табл. 4). По данным же Донецкой областной опытной станции (Полферов, Мартовицкий, 1969), на обыкновенных черноземах азот оказывал положительное действие только на покровную культуру — кукурузу, убираемую на зеленый корм.

Таблица 18

Последействие азотных удобрений на второй год после внесения
на темно-каштановых почвах, ц/га

Внесено под предшественник, кг/га	Прибавка урожая силосной массы кукурузы, высеванной по предшественникам		
	озимой пшенице (пожнивно)	кукурузе на зерно	сахарной свекле
N ₆₀	14	22	3
N ₉₀₋₁₀₀	10	34	6
N ₁₂₀	—	47	21

В районах нового орошения азотные удобрения в большинстве случаев не дают длительного последействия. Как показали опыты И. М. Поповой и В. И. Криштопы (УкрНИИОЗ), даже на второй год после внесения оптимальных норм азота не отмечено заметного последействия (табл. 18). Через три года после внесения N₁₃₀ и через два года после внесения N₇₀ урожай силосной массы кукурузы понизился с 400 до 267 ц/га и оказался равным урожаю контрольного варианта, где N не вносился в течение четырех лет.

Эффективность азотных удобрений зависит от сроков внесения. По данным большинства исследователей, на фоне орошения азот наиболее высоко оплачивается при дробном применении — и до посева, и в вегетационные подкормки. Часто высказываются опасения о безвозвратных его потерях при внесении под зяблевую вспашку. Однако полученные в последние годы экспериментальные данные позволяют рассматривать этот вопрос дифференцированно, в зависимости от почвенных и климатических условий.

По нашим данным, на суглинистых почвах с глубоким стоянием грунтовых вод большая часть азотных удобрений, внесенных под зяблевую вспашку, перемещается за зиму не глубже 1 м (Попова, 1968; Попова, Прищепа, 1968). Весной, к началу вегетационного периода, этот азот постепенно подтягивается в корнеобитаемый слой и растения обеспечиваются нормальным азотным питанием с первых фаз развития. Даже на легкосуглинистых почвах уже к маю 70—75 % азота, внесенного под зябь в виде сульфата аммония, концентрируется в нитратной форме в метровом слое почвы. Если учесть, что часть азота осталась и в аммиачной форме, то можно считать потери азота за счет вымывания незначительными. Примерно то же наблюдается и при внесении под осеннюю вспашку аммиачной селитры (табл. 19), причем исследования проводились в период, когда за зиму выпало осадков вдвое больше среднемноголетнего (зима 1965/66 г.).

Таблица 19

Содержание азота в суглинистой темно-каштановой почве*

Глубина, см	NO ₃ в день взятия образца, мг/кг						NO ₃ после двухнедельного компостирования, мг/кг			
	март		апрель		июнь		март		апрель	
	без N	N ₉₀ осенью	без N	N ₉₀ осенью	без N	N ₉₀ осенью	без N	N ₉₀ осенью	без N	N ₉₀ осенью
	7	28	29	48	32	31	121	154	118	146
0—40	7	28	29	48	32	31	121	154	118	146
40—100	4	22	19	35	14	23	—	—	45	69
100—150	4	27	17	17	—	—	9	21	28	34
150—200	3	10	—	—	—	—	9	11	—	—

* Среднее по трем опытам за 1966—1968 гг., данные И. М. Поповой и А. П. Шкрибтиенко, УкрНИИОЗ.

Таблица 20

Влияние сроков внесения азотных удобрений на урожай зерна озимой пшеницы на суглинистых темно-каштановых почвах, ц/га

Сроки внесения азота	1963—1965 гг.*			1965—1967 гг.**
	N ₃₀ —40	N ₆₀ ***	N ₉₀	N ₉₀
Вся норма осенью до посева	43,4	47,9	50,9	46,6
2/3 до посева + 1/3 ранней весной	—	47,3	50,9	45,6
Вся норма ранней весной	39,8	—	—	41,5

* Урожай без азота 35,1 ц/га. ** Урожай без азота 29,4 ц/га. *** Данные за 1963—1964 гг.

Иная картина наблюдается на легких супесчаных почвах и при близком уровне грунтовых вод. В таких случаях осенне внесение водорастворимых азотных туков приводит к безвозвратным потерям азота и для озимой пшеницы должно заменяться весенним под предпосевную культивацию и раннюю подкормку.

Изучение сроков внесения азотных удобрений в полевых опытах подтвердило указанные положения. На суглинистых темно-каштановых почвах, по данным УкрНИИОЗ за 1963—1967 гг., наиболее высокие урожаи озимой пшеницы были получены при внесении всей или большей части годовой нормы азотных удобрений (в виде аммиачной селитры) осенью под предпосевную культивацию (табл. 20). Полное же перенесение удобрений на ранневесеннюю подкормку приводило к снижению урожая зерна на 4—5 ц/га. Возможность отказа от ранневесенней подкормки видна и из данных Гроздненской ОМС, где при внесении N₁₂₀ до посева урожай озимой пшеницы составил 43,0 ц/га, а при внесении N₆₀ до посева и N₆₀ ранней весной — 43,5 ц/га.

На суглинистых южных черноземах, по данным УкрНИИОЗ за 1968 г. (А. Н. Малышев), внесение N₆₀ и N₉₀ осенью повышало урожай озимой пшеницы соответственно на 9,6 и 15,2 ц/га, а при выделении из этого количества N₃₀ на ранневесеннюю подкормку — на 8,3 и 12,6 ц/га. Примерно то же было получено и в 1969 г. Еще более показательны данные Крымской областной опытной станции за 1967 г. (А. А. Сербин): перенесение всего количества азота с допосевного внесения на подкормочное привело к снижению урожаев зерна на 4—6 ц/га.

На суглинистых обыкновенных и предкавказских черноземах, по данным опытов Ставропольской ОМС за 1967 г., внесение N₄₅ под предпосевную культивацию обеспечило урожай озимой пшеницы 44,9 ц/га, а внесение N₄₅ в весеннюю подкормку — 43,6 ц/га.

По данным Брилевской опытной станции за 1963—1967 гг. (А. М. Беляков), на легких темно-каштановых (табл. 21) и супесчаных почвах, наоборот, более высокие урожаи озимой пшеницы получены при дробном внесении азотных удобрений по фону фосфорных, разница в среднем за пять лет составила около 2 ц/га.

Таблица 21

Влияние сроков внесения азотных удобрений на урожай зерна озимой пшеницы на легких темно-каштановых почвах*, ц/га

Сроки внесения азота	N ₃₀	N ₆₀	N ₉₀
Вся норма осенью до посева	42,9	43,5	43,2
2/3 до посева + 1/3 ранней весной	—	45,3	44,2
Вся норма ранней весной	42,6	44,8	—

* Урожай без азота, 37,2 ц/га.

Таблица 22

Влияние сроков внесения азотных удобрений на урожай риса**, ц/га

Сроки внесения азота*	Урожай риса (шалы)	Прибавка урожая
Без азота (контроль)	46,1	—
Вся норма до посева	60,2	14,1
$\frac{2}{3}$ до посева + $\frac{1}{3}$ в кущение	61,3	15,3
$\frac{1}{3}$ до посева + $\frac{1}{3}$ в кущение + $\frac{1}{3}$ в трубкование	59,9	13,7

* По фону фосфора. ** Сводные данные Б. И. Лактионова по пяти опытам, проведенным на Украине в 1964—1968 гг.

Таблица 23

Влияние сроков внесения азотных удобрений на урожай кукурузы
на суглинистых темно-каштановых почвах*, ц/га

Сроки внесения азота**	Силосная масса		Зерно	
	N ₁₂₀	N ₁₅₀	N ₁₂₀	N ₁₅₀
Вся норма под вспашку	—	593	—	79,3
$\frac{2}{3}$ под вспашку и $\frac{1}{3}$ в подкормку	538	639	73,2	80,0
$\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ под вспашку и $\frac{2}{3}$ — $\frac{1}{2}$ в подкормку	582	616	76,5	80,9

* Урожай без азота: 426 ц/га силосной массы и 55,8 ц/га зерна. ** По фону фосфора.

На легкосуглинистых почвах прибавка в урожаях за счет дробного внесения равнялась 1 ц, а на супесчаных почвах — 5,4 ц на 1 га. Аналогичная картина получена и на полях с близким к поверхности уровнем грунтовых вод (<1 м), где по данным опорного пункта УкрНИИОЗ, в совхозе «Степовий» Днепропетровской области (С. И. Казаченко) за 1967—1968 гг. при внесении всей нормы азота с осени прибавка урожая озимой пшеницы составила 5,0 ц/га, а при внесении в весеннюю подкормку — 7,1 ц/га.

На посевах риса, согласно сводным данным по Украине за 1964—1968 гг. (Собко, 1969), целесообразно всю годовую норму азотных удобрений вносить до посева, под культивацию, так как разница в пользу дробного внесения не превышает одного центнера (табл. 22, см. также табл. 41).

Предварительное изучение в УкрНИИОЗ сроков внесения азотных удобрений под кукурузу на суглинистых темно-каштановых почвах показало явное преимущество дробного внесения (данные И. М. Поповой и В. И. Криштопы за 1969 г., табл. 23). В опытах же Донецкой областной опытной станции на обычновенных черноземах лучшие результаты были получены при внесении всей нормы в подкормку, но при затягивании под-

Таблица 24

Влияние сроков внесения азотных удобрений на урожай корней сахарной свеклы
на суглинистых темно-каштановых почвах*, ц/га

Сроки внесения азота	1964—1966 гг.		1968—1969 гг.	
	N ₉₀	N ₁₂₀	N ₉₀	N ₁₂₀
Вся норма осенью под вспашку	568	—	570	624
$\frac{2}{3}$ под вспашку + $\frac{1}{3}$ в подкормку	572	606	569	650
$\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ под вспашку + $\frac{2}{3}$ — $\frac{1}{2}$ в подкормку	—	603	561	627
Вся норма в подкормки	—	—	561	—

* Урожай без азота в 1964—1966 гг. 461 ц/га, в 1968—1969 гг. — 478 ц/га

Таблица 25

Влияние сроков внесения азотных удобрений на условный выход сахара сахарной свеклы на суглинистых темно-каштановых почвах*, ц/га.
1964—1968 гг.

Сроки внесения азота	N_{30}	N_{120}
Вся норма осенью под вспашку	103,4	—
$\frac{2}{3}$ под вспашку + $\frac{1}{3}$ в подкормку	103,1	107,1
$\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ под вспашку + $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$ в подкормку	—	103,5

* Урожай без азота 89,9 ц/га.

кормок до июля наблюдалось снижение их эффективности (Полферов, Мартвицкий, 1968).

При близком уровне грунтовых вод, по данным опорного пункта УкрНИИОЗ за 1969 г., наиболее высокие прибавки урожая силосной массы кукурузы от азота оказались при внесении $\frac{1}{2}$ нормы до посева и $\frac{1}{2}$ нормы в раннюю подкормку.

В многолетних опытах УкрНИИОЗ с сахарной свеклой на суглинистых темно-каштановых почвах и южных черноземах (Штойко, Ноны, 1969; Попова, Салтыков и др., 1968; Шкрибтенко, 1969) сроки внесения азотных удобрений (на фоне фосфорных) не оказали существенного влияния ни на общий урожай корней, ни на условный выход сахара (табл. 24—26). По данным ВНИИС за 1967 г., на южных черноземах от N_{120} , внесенного под осеннюю вспашку, прибавка урожая корней составила 148 ц/га, внесенного дробно — 125—145 ц/га и только в подкормках — 87 ц/га. В опытах Николаевской областной опытной станции, проведенных на суглинистых темно-каштановых почвах в 1966—1968 гг., и в опытах Крымской областной опытной станции, проведенных на переходных дренированных черноземах в 1965 г., преимущество остается за многократным внесением азотных удобрений. Обобщение ВИУА экспериментальных данных по срокам внесения удобрений под сахарную свеклу показало, что поздние азотные подкормки в условиях орошения значительно понижают содержание сахара в корнях и, следовательно, не всегда бывают полезными (Балябо и др., 1967).

В заключение рассмотрим вопрос о некорневых подкормках сезимой пшеницы в фазу колошения, проводимых с целью улучшения хлебопекарных качеств зерна. По нашим данным за 1963—1967 гг., некорневое внесение N_{30} (в виде мочевины) в фазу колошения увеличивало содержание протеина

Таблица 26

Влияние сроков внесения удобрений на урожай корней сахарной свеклы на суглинистых южных черноземах. 1965—1967 гг.

Вариант опыта	Урожай, ц/га	Прибавка, ц/га	Содержание сахара в корнях, %
Без удобрений	424	—	18,7
$N_{80}P_{80}K_{40}$ под вспашку	552	127	18,6
$N_{40}P_{40}K_{40}$ под вспашку + $N_{40}P_{40}$ в 1-ю подкормку	523	99	18,6
$N_{40}P_{40}K_{40}$ под вспашку + $N_{20}P_{20}$ в 1-ю и 2-ю подкормку	508	84	18,6
$N_{40}P_{40}K_{40}$ под вспашку и N_{40} в 1-ю подкормку + P_{40} во 2-ю подкормку	508	84	18,7

Таблица 27

Влияние поздних азотных подкормок на содержание протеина и клейковины в зерне озимой пшеницы, % на абс. сухое вещество

Вариант опыта	Сырой протеин				Сырая клейковина	
			1967 г.		1967 г.	
	1963 г.	1964 г.	опыт № 1	опыт № 2	опыт № 1	опыт № 2
P ₆₀ (фон)	11,12	11,29	10,38	10,08	17,5	24,5
Фон + N ₆₀ до посева + N ₃₀ весной	13,62	12,26	11,91	9,40	19,0	25,5
Фон + N ₃₀ до посева + N ₃₀ весной + N ₃₀ в колошение	14,31	12,49	11,40	11,24	20,5	—
Фон + N ₆₀ до посева + N ₃₀ в колошение	—	—	12,43	—	22,0	25,0
Фон + N ₆₀ до посева + N ₃₀ весной + N ₃₀ в колошение	—	—	13,85	—	29,0	30,5
Фон + N ₉₀ до посева + N ₃₀ весной	—	—	12,71	—	24,5	27,0

Таблица 28

Эффективность разных форм азотных удобрений при внесении под осеннюю вспашку

Вариант опыта	Урожай, ц/га					%
	1962 г. сахарная свекла, N ₆₀	1963 г. кукуруза на зерно, N ₆₀	1964 г. кукуруза на зерно, N ₆₀	1965 г. кукуруза на сирос, N ₆₀	1966 г. сахарная свекла, N ₆₀	
P ₆₀₋₁₀₀ (фон)	529	53,1	40,8	267	340	—
Фон + сульфат аммония	659	67,6	55,1	330	522	33,0
Фон + аммиачная селитра	—	—	—	319	511	30,0
Фон + мочевина	700	60,5	60,4	323	510	33,4
Фон + карбамидформ	651	63,8	53,1	331	456	26,2

в зерне на 0,5—1,8 % и клейковины на 2,0—4,5 % (табл. 27). Но опыты показали, что некорневые подкормки должны проводиться за счет дополнительного количества азота, так как перенесение части азота с более ранних сроков внесения приводило к снижению урожая зерна на 4—6 ц/га.

На темно-каштановых суглинистых почвах изучалось действие разных форм азотных удобрений при внесении под осеннюю вспашку. Исследования проводились в 1962—1966 гг. при ежегодном внесении удобрений. В среднем за пять лет на посевах сахарной свеклы и кукурузы сульфат аммония, аммиачная селитра и мочевина по эффективности оказались практически одинаковыми, а слаборастворимый карбамидформ — менее эффективным (табл. 28, 29). В 1967 г. испытывались сульфат аммония и аммиачная селитра при допосевном внесении под озимую пшеницу; в обоих вариантах были получены одинаковые результаты. Для риса, по данным

Таблица 29

Влияние разных форм азотных удобрений при норме внесения N₆₀ на содержание нитратного азота (NO₃, мг/кг) в слое 0—100 см. 1965—1963 гг.

Формы удобрений	Весна	Лето	Формы удобрений	Весна	Лето
Сульфат аммония	16,7	8,5	Мочевина	14,0	11,7
Аммиачная селитра	16,1	14,5	Карбамидформ	11,0	10,0

Таблица 30

Действие разных форм азотных удобрений на урожай риса

Формы удобрений	УкрНИИОЗ, данные Б. И. Лактионова, 1968 г.		Вознесенская оп. стан- ция, данные С. А. Ерошо- ва, 1967—1968 гг.	
	урожай, ц/га	прибавка, % к контролю	урожай, ц/га	прибавка, % к контролю
Без азота (контроль)	32,4	—	37,0	—
Сульфат аммония	49,2	52	49,9	35
Хлористый аммоний	48,7	50	48,1	30
Мочевина	47,7	47	48,6	31
Аммиачная селитра	45,8	41	—	—

УкрНИИОЗ (Собко, 1969) и Вознесенской опытной станции, аммиачная селитра по эффективности несколько уступала сульфату аммония, хлористому аммонию и мочевине (табл. 30).

ФОСФОРНЫЕ УДОБРЕНИЯ

Исследованиями, проведенными на сероземах и темно-каштановых суглинистых почвах, установлено, что орошение, особенно в первые годы, способствует постепенному увеличению подвижности почвенных фосфатов и уменьшению ретроградации вносимых фосфорных удобрений (Бглябо и др., 1967; Попова, 1957). В опытах УкрНИИОЗ в первый год орошения внесение фосфора не влияло на уровень урожайности зерновых, кормовых и технических культур. В последующие годы при внесении фосфорных удобрений (на фоне азотных) уже происходит существенный рост урожайности всех культур (см. табл. 3 и 4).

Действие фосфора в первые годы орошения видно по данным стационарного опыта, заложенного в 1968 г. на вновь орошаемых землях (табл. 31). Если в первый год урожай кукурузы повышался только от азота, то на второй год — уже и от фосфора. В этом опыте наблюдалось и последействие фосфора, оказавшееся практически равным действию. Обычно в верхних слоях орошаемых почв содержание подвижных фосфатов к осени понижается

Таблица 3

Действие и последействие фосфорных удобрений на урожай кукурузы на темно-каштановых почвах в первые годы орошения (данные М. И. Поповой и Р. С. Субботиной, УкрНИИОЗ)

Вариант опыта	1968 г., урожай зерна, ц/га, действие фосфора	1969 г., кукуруза на силос					
		действие фосфора при повторном наложении			последействие фосфора		
		урожай си- лосной мас- сы, ц/га	прибавка урожая от Р, ц/га	оплата Р урожаем, кг/га	урожай си- лосной мас- сы, ц/га	прибавка урожая от Р, ц/га	оплата Р урожаем, кг/га
Без удобрений (контроль)	49,0	275	—	—	281	—	—
N ₁₅₀	85,6	522	—	—	478	—	—
N ₁₅₀ P ₃₀	85,2	543	21	70	505	27	90
N ₁₅₀ P ₆₀	83,7	562	40	67	508	30	50
N ₁₅₀ P ₉₀	83,5	561	39	43	517	39	43
N ₁₅₀ P ₁₂₀	84,1	579	57	47	521	43	36

Таблица 32

Действие и последействие фосфорных удобрений на содержание подвижных фосфатов* в слое 0—25 см темно-каштановой почвы, P_2O_5 , мг/кг почвы
(данные И. М. Поповой и Р. С. Субботиной, УкрНИИОЗ)

Вариант опыта	1968 г., действие фосфора			1969 г., наложение действия фосфора			1969 г., последействие фосфора		
	весна	лето	осень	весна	лето	осень	весна	лето	осень
N_{150}	19,6	16,1	10,2	19,9	15,7	26,2	—	—	—
$N_{150}P_{60}$	16,1	14,6	24,6	23,3	23,3	26,9	24,4	17,1	29,1
$N_{150}P_{120}$	25,1	19,4	—	29,4	29,4	40,7	31,5	13,6	32,6

* Метод Мачигина.

Таблица 33

Действие фосфорных удобрений на урожай при систематическом внесении на темно-каштановых почвах, ц/га

Вариант опыта	1961 г.	1962 г.	1963 г.	1964 г.	1965 г.	1966 г.
	сахарная свекла, корни		кукуруза, зерно		соя, зерно	кукуруза, зерно в молочно-восковой спелости
$N_{80-150} K_{30}$ (фон)	682	526	78,4	67,8	20,3	55,6
Фон + P_{30}	720	570	85,4	75,0	21,6	55,8
Фон + P_{60}	761	614	87,6	83,6	23,6	62,3
Фон + P_{90}	790	615	81,6	79,1	22,4	57,3
Фон + P_{120}	847	579	82,9	79,3	22,9	60,6

* Нормы азота менялись в зависимости от культуры, а калий вносился только под свеклу.

ется, в данном же опыте в осенний период наблюдалось его повышение (табл. 32).

Учитывая длительность последействия фосфорных удобрений и возможность накопления в почве подвижной P_2O_5 , в УкрНИИОЗ провели многолетний опыт для установления оптимальных доз фосфора при систематическом внесении. Опыт проводился на темно-каштановой среднесуглинистой почве, орошаемой с 1928 г., при ежегодном внесении удобрений (табл. 33). В первый год с ростом норм удобрений росли и прибавки урожая. Начиная со второго года и в последующие независимо от высеваемой культуры оптимальная норма фосфора составляла 60 кг/га. Наблюдения за содержанием

Таблица 34

Влияние систематического внесения фосфорных удобрений на содержание подвижных фосфатов* (P_2O_5 , мг/кг почвы) в осенний период в слое 0—25 см темно-каштановой почвы

Ежегодные нормы внесения P_2O_5 , кг/га	1961 г.	1962 г.	1963 г.	1964 г.	1965 г.	1966 г.
$N_{80-150} K_{30}$ (фон)	28,4	23,6	17,8	—	24,6	29,7
Фон + P_{30}	28,6	27,2	25,2	32,0	31,6	33,7
Фон + P_{60}	35,6	42,5	39,6	43,6	43,6	44,3
Фон + P_{90}	37,8	42,0	40,8	55,6	64,9	52,5
Фон + P_{120}	39,0	45,8	—	62,2	—	64,0

* Метод Мачигина.

Таблица 35

Действие фосфорных удобрений при внесении под озимую пшеницу на темно-каштановых почвах (данные И. М. Поповой и И. Н. Заренцева, УкрНИИОЗ)

Вариант опыта	1964 г.			1965 г.			1969 г.		
	урожай зерна, ц/га	прибавка от P, ц/га	оплата урожаям, кг/кг	урожай зерна, ц/га	прибавка от P, ц/га	оплата урожаям, кг/кг	урожай зерна, ц/га	прибавка от P, ц/га	оплата урожаям, кг/кг
Контроль (без удобрения)	31,3	—	—	41,7	—	—	28,7	—	—
N ₆₀	38,9	—	—	53,8	—	—	52,6	—	—
N ₉₀ P ₄₀ *	44,2	5,3	13,2	57,1	3,3	5,5	55,0	2,4	6,0

* В 1965 г. — P₆₀.

Таблица 36

Действие фосфорных удобрений при внесении под озимую пшеницу на южных черноземах (данные А. А. Сербина за 1969 г., Крымская областная опытная станция)

Вариант опыта	Урожай зерна, ц/га	Прибавка урожая от NP, ц/га	Прибавка урожая от P, ц/га	Вариант опыта	Урожай зерна, ц/га	Прибавка урожая от NP, ц/га	Прибавка урожая от P, ц/га
Контроль (без удобрений)	35,1	—	—	N ₉₀ P ₆₀	46,9	11,8	+1,6
N ₆₀	44,6	9,5	—	N ₉₀ P ₉₀	50,3	15,2	+5,2
N ₆₀ P ₆₀	46,2	11,1	+1,6	N ₉₀ P ₁₂₀	49,5	14,4	+4,2
N ₉₀ P ₉₀	49,3	14,2	+4,7	N ₁₂₀ P ₉₀	52,6	18,1	—
				N ₁₂₀ P ₁₂₀	51,2	16,1	—

в почве опытного участка подвижной P₂O₅ и данные лабораторных опытов позволили установить, что при ежегодном внесении P₆₀ в пахотном слое почвы устанавливается почти постоянное содержание подвижной P₂O₅, равное в осенний период 40—14 мг/кг (табл. 34). Сопоставление эффективности фосфорных удобрений в полевых опытах УкрНИИОЗ с содержанием в почве подвижных фосфатов привело к выводу, что для темно-каштановых почв и южных черноземов количество подвижной P₂O₅ в пределах 40—44 мг/кг оптимально для растений. На полях, содержащих такое количество P₂O₅, фосфорные удобрения не дают эффекта. Для первых лет орошения этот показатель несколько иной.

В краткосрочных опытах, проводившихся на участках, где в предыдущие годы не было систематического внесения фосфорных удобрений, имеются случаи, когда оптимальная норма превышает P₆₀; особенно часто это наблюдается в Крыму.

Анализ данных по отдельным культурам в полевых севооборотах показывает, что для озимой пшеницы на темно-каштановых почвах оптимальная норма фосфора составляет 40—60 кг/га. При этом прибавка урожая колеблется от 2,4 до 5,5 ц/га, а оплата каждого внесенного килограмма P₂O₅ — от 5,5 до 13,2 кг (табл. 35). По данным Херсонской госсортсети, норма фосфора под озимую пшеницу не должна быть ниже 60—75 кг/га, она обеспечивает прибавку урожая до 2,8 ц/га.

На южных черноземах Херсонской области (Малышев, 1967) при содержании в почве подвижной P₂O₅ от 35 до 40 мг/кг внесения фосфорных удобрений вообще не требовалось. На крымских же южных черноземах лучшие результаты были получены при внесении P₉₀ (табл. 36). Высокая прибавка

Таблица 37

Действие фосфорных удобрений на урожай кукурузы на сбытовенных черноземах (данные Е. В. Полферова, Донецкая областная опытная станция)

Вариант опыта	Кукуруза на зерно			Кукуруза на силос					
	1965 г.			1965 г.			1967 г.		
	урожай, ц/га	прибавка от P, ц/га	оплата урожая, кг/кг	урожай, ц/га	прибавка от P, ц/га	оплата урожая, кг/кг	урожай, ц/га	прибавка от P, ц/га	оплата урожая, кг/кг
N ₁₂₀ *	56,2	—	—	609	—	—	451	—	—
N ₁₂₀ P ₃₀	56,3	+0,1	—	618	+9	30	448	-3	—
N ₁₂₀ P ₆₀	55,8	-0,4	—	623	+14	23	449	-2	—
N ₁₂₀ P ₉₀	58,5	+2,3	2,6	627	+18	20	454	+3	—
N ₁₂₀ P ₁₂₀	58,5	+2,3	1,9	630	+21	18	—	—	—

* В 1967 г. — N₆₀.

урожая сезимой пшеницы от фосфорных удобрений получена на южных черноземах совхоза «Степовой» Днепропетровской области: при внесении P₃₀ она составила 9,0 ц/га, а при P₆₀ — 11,5 ц/га.

При систематическом внесении фосфорных удобрений на темно-каштановых почвах Украины их оптимальная норма для кукурузы составляет P₆₀ (см. табл. 33).

На каштановых почвах Поволжья (Кесова, 1967) под зерновую кукурузу рекомендуется вносить P₁₂₀, а под силосную, в зависимости от насыщенности почвы фосфатами, от P₆₀ до P₁₂₀.

На обыкновенных черноземах, по данным Донецкой областной опытной станции (Полферов, Мартовицкий, 1969), под зерновую культуру требуется вносить P₆₀₋₉₀, а под силосную — не более P₆₀ (табл. 37). По данным же Гроздненской ОМС, на луговых черноземах и под зерновую кукурузу норма фосфора не должна превышать P₆₀.

Изучение норм фосфорных удобрений под рис на Украине проводилось в зоне причерноморья Скадовской опытной станцией (табл. 38) и в пойме р. Южный Буг Вознесенской опытной станцией (1961—1962 гг.). В обеих зонах, по предварительным данным, оптимальная норма фосфора, даже при посеве риса по рису, не превышала 90 кг/га.

При возделывании сои на темно-каштановых почвах требуется внесение не более 60 кг/га фосфора (см. табл. 14, 33).

Оптимальная норма фосфорных удобрений для сахарной свеклы на темно-каштановых почвах, по данным УкрНИИОЗ, равна 75 кг/га (с учетом рядкового удобрения — см. табл. 33, 39) и повышает урожай корней на 90—100 ц/га, с оплатой каждого килограмма P₂O₅ до 147 кг урожая. В соответствии с урожаем изменялся по вариантам и условный выход сахара, увеличиваясь при внесении P₇₅ на 11—20 ц/га (Попова, Салтыков и др., 1968; Шкребтиенко, 1969).

Таблица 38

Действие фосфорных удобрений на урожай риса в Причерноморье, ц/га (данные Скадовской опытной станции за 1968 г.)

Вариант опыта	Урожай риса (среднее из двух опытов)	Прибавка
Контроль (без удобрений)	47,3	—
N ₉₀ P ₉₀	59,7	+12,4
N ₉₀ P ₁₂₀	58,5	+11,2

Таблица 39

Действие фосфора на урожай сахарной свеклы на темно-каштановой почве при разном отношении N:P, $\text{t}/\text{га}$ (данные И. М. Поповой и А. П. Шкребтиенко, УкрНИИОЗ)

Вариант опыта	Урожай корней			Прибавка	Условный сбор сахара
	1962 г.	1967 г.	среднее за 2 года		
$N_{10}P_{15}K_{30}$ (фон)	528	369	448	—	64,7
Фон + P_{60}	529	403	466	18	68,7
Фон + $N_{90}P_{60}$	669	541	605	157	90,9
Фон + $N_{90}P_{90}$	659	533	596	148	91,9
Фон + $N_{120}P_{90}$	676	563	619	171	95,4
Фон + $N_{150}P_{90}$	678	—	—	—	87,5*
Фон + $N_{150}P_{120}$	687	—	—	—	85,9*

* Данные за 1962 г.

На южных черноземах эффективность фосфорных удобрений при внесении под сахарную свеклу изучалась в УкрНИИОЗ (Штойко, Ноны, 1969) и на Николаевской областной опытной станции (Федоровский, 1965). В обоих опытах дозедение нормы до $P_{120-180}$ не дало положительных результатов (см. табл. 16, 17). На южных черноземах Крыма оптимальная норма фосфора составляет 120 $\text{kg}/\text{га}$.

На орошаемых землях Украины нормы внесения фосфорных удобрений под люцерну изучались только на обыкновенных черноземах Донбасса (Полферов, Мартвицкий, 1968), где в сумме за три года жизни люцерны наиболее высокие урожаи сена получены при внесении P_{90} и P_{120} , а прибавка урожая составила соответственно 59 и 71 $\text{t}/\text{га}$ (табл. 40).

Несмотря на уменьшение ретроградации фосфора удобрений на орошаемых землях, внесение его в подкормки в большинстве случаев не дает положительного эффекта. Об этом убедительно свидетельствуют данные, полученные за последние годы почти на всех почвенных разностях. Изучение сроков внесения фосфорных удобрений под озимую пшеницу (Попова, 1968), кукурузу (Балябо и др., 1967), рис, сою, сахарную свеклу и люцерну показало целесообразность деления годовой нормы на основное внесение и подкормку и тем более перенесения всей нормы с основного внесения в подкормку. Такие эксперименты чаще всего приводят к понижению эффективности удобрений (табл. 41, 42, 43). При орошении, так же как и без орошения, фосфорные удобрения должны вноситься в два срока — под основную вспашку и в рядки при севе.

Таблица 40

Действие фосфорных удобрений на люцерну на обыкновенных черноземах (данные Б. В. Полферова за 1966—1968 гг., Донецкая областная опытная станция)

Внесение фосфора в сумму за 3 года, $\text{kg}/\text{га}$	Урожай сена за 3 года жизни люцерны, $\text{t}/\text{га}$	Прибавка от P , $\text{t}/\text{га}$	Оплата урожая, kg/kg	Содержание в сене, %				Кормовые единицы
				протеин	жир	каротин	P_2O_5	
Контроль	314	—	—	20,2	2,66	2,17	0,43	60,2
P_{30}	329	15	50	20,9	2,64	2,41	0,46	61,8
P_{60}	355	41	68	20,8	2,72	2,41	0,48	66,7
P_{90}	373	59	66	21,1	2,75	2,56	0,50	71,3
P_{120}	385	71	59	21,9	2,79	2,81	0,54	73,8

Таблица 41

Влияние сроков внесения удобрений на урожай риса в Причерноморье, ц/га
(данные В. П. Савчука, Херсонский СХИ, 1964 г.)

Вариант опыта	Урожай риса	Прибавка
Контроль (без удобрений)	48,8	—
$N_{90}P_{90}$ до посева	79,6	30,8
$N_{45}P_{45}$ по посева + $N_{45}P_{45}$ по всходам	76,3	27,5
$N_{30}P_{30}$ до посева + $N_{30}P_{30}$ по всходам + + $N_{30}P_{30}$ в кущение	75,0	26,2
$N_{90}P_{90}$ по всходам	66,2	17,4
$N_{45}P_{45}$ по всходам + $N_{45}P_{45}$ в кущение	70,6	21,8

Таблица 42

Влияние сроков внесения фосфорных удобрений на урожай сена люцерны
на обыкновенных черноземах (данные Б. В. Полферова за 1967—1968 гг.,
Донецкая областная опытная станция)

Вариант опыта	Урожай люцерны за два года, ц/га	Прибавка от P , ц/га	Оплата уро- жаем, кг/кг
Контроль (без удобрений)	197	—	—
P_{80} под зябь	256	59	66
P_{90} под культивацию	231	34	38
P_{30} под зябь + P_{30} под культивацию + P_{30} в подкормку в 1968 г.	240	43	48
P_{60} под зябь + P_{30} в подкорм. в 1968 г.	238	41	46
P_{60} под культ. + P_{30} в подк. в 1968 г.	235	39	43

Таблица 43

Влияние сроков и способов внесения фосфорных удобрений на урожай кукурузы
при орошении (данные Б. С. Гутиной)

Вариант опыта	Зеленая масса, ц/га		Початки, ц/га	
	урожай	прибавка урожая	урожай	прибавка урожая
N_{150} (фон)	546	—	192	—
Фон + P_{100}^* осенью под плуг	620	104	230	38
Фон + P_{100}^* осенью под культивацию	555	39	210	18
Фон + P_{100} весной под культивацию	521	5	198	6
Фон + P_{50}^* осенью под плуг + + P_{50} весной под культивацию	567	54	217	25

* Фосфор внесен до влагозарядки.

КАЛИЙНЫЕ УДОБРЕНИЯ

В почвах зоны орошения Украины содержится значительное количество усвоемого растениями калия, до 300—400 мг/кг почвы. Орошение способствует пополнению этого количества за счет почвенных запасов. Поэтому внесение калийных удобрений на всех почвенных разностях и под все куль-

туры полевого севооборота не дает достоверных прибавок урожая, а на солонцеватых почвах приводит и к отрицательным результатам. Этот вывод подтверждается данными УкрНИИОЗ (см. табл. 4, 44, 45), Крымской, Николаевской и Донецкой областных опытных станций, а также сводными данными ВИУА (Балябо и др., 1967). Но, учитывая большой вынос калия урожаями и возможность истощения естественных почвенных запасов, и УкрНИИОЗ, и областные опытные станции все же рекомендуют внесение небольших доз калийных удобрений, порядка 30 кг/га K_2O , под отдельные калиелюбивые культуры — сахарную свеклу, люцерну, овощные. Кроме того, в 1969 г. в УкрНИИОЗ и на Донецкой областной опытной станции получены данные о том, что внесение калийных удобрений, не отражаясь на урожае, способствует улучшению его качества.

Таблица 44

Действие калийных удобрений при систематическом внесении на темно-каштановых почвах

Вариант опыта	Урожай, ц/га			
	1963 г. кукуруза, зерно	1964 г., кукуруза, зерно	1965 г. кукуруза, силосная масса	1966 г. сахарная свекла, корни
NP	71,8	71,6	443	616
NP + K_{30} с 1966 г.	71,8	71,6	443	550
NP + K_{30} ежегодно с 1965 г.	71,8	71,6	449	628
NP + K_{30} ежегодно с 1964 г.	71,8	71,9	459	606
NP + K_{30} ежегодно с 1963 г.	71,0	74,8	460	590

Таблица 45

Действие калия в опытах УкрНИИОЗ и его сети на темно-каштановых почвах
(1960—1964 гг.)

Культура	Норма K_2O , кг/га	Урожай фона, ц/га	Прибавка урожая от калия, ц/га	Место проведения опытов
Сахарная свекла	30	462	-4	Брилевская опытная станция
»	50	436	+2	Скадовская опытная станция
Картофель	30	249	-16	УкрНИИОЗ
Кукуруза (зерно)	30	38,9	-0,7	Брилевская опытная станция
»	30	51,0	-1,7	УкрНИИОЗ
»	30	71,0	0,0	УкрНИИОЗ
Рис	30	67,0	-1,0	Скадовская опытная станция
»	30	45,6	+1,2	Скадовская опытная станция
Горох (зерно)	30	19,5	-0,3	УкрНИИОЗ
Озимая пшеница (1965 г.)	30	55,0	-2,1	УкрНИИОЗ

НАВОЗ

На орошаемых почвах навоз оказывается менее эффективным, чем минеральные удобрения, внесенные в эквивалентном количестве (по NP). На темно-каштановых почвах и южных черноземах, по данным УкрНИИОЗ и Херсонского СХИ (Ронсаль и др., 1967), от внесения 25—30 т/га навоза ($N_{100-110} P_{60-75}$) прибавки урожая озимой пшеницы составляют 4,4 ц, кукурузы (зерна) — 6,4—10 ц, кукурузы на силос — 34—48 ц, сахарной свеклы — 54 ц на 1 га (табл. 46). Примерно такие же результаты получены на Николаевской областной опытной станции при внесении навоза под куку-

Таблица 46

Действие навоза на темно-каштановых почвах и южных черноземах*

Культура	Данные УкрНИИОЗ за 1958, 1960 и 1968 гг.		Данные Херсонского СХИ за 1961—1966 гг.	
	урожай без удобрений, ц/га	прибавка урожая от навоза, ц/га	урожай без удобрений, ц/га	прибавка урожая от навоза, ц/га
Озимая пшеница	26,7	+4,4	—	—
Кукуруза (зерно)	45,8	+6,4	50,9	+10,0
Кукуруза — силосная масса	366	+48	325	+34
Сахарная свекла — корни	560	+53	318	+54

* Нормы внесения навоза от 25 до 30 т/га.

рузу и на Крымской областной опытной станции — под озимую пшеницу. На обычновенных черноземах, по предварительным данным Донецкой областной опытной станции, при внесении навоза урожай сахарной свеклы возрос на 44 ц/га, а урожай кукурузы оставался без изменений.

Внесение навоза при орошении нужно прежде всего оценивать как обогащение почвы органическим веществом, улучшающим ее физические свойства и стимулирующим в ней полезные для растений биохимические процессы. В УкрНИИОЗ и других научно-исследовательских учреждениях получены экспериментальные данные о значительном повышении эффективности минеральных удобрений при их совместном внесении с навозом.

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА КАЧЕСТВО УРОЖАЯ

Внесение удобрений влияет не только на общую урожайность сельскохозяйственных культур, но и на качество выращиваемой продукции. Полученные в УкрНИИОЗ по этому вопросу экспериментальные данные представлены в табл. 14, 15, 27 и 47, из которых видно, что внесение азотно-фосфорных удобрений способствует накоплению в зерне клейковины, протеина, жира, фосфора, а в вегетативной массе — протеина и каротина. Внесение под сахарную свеклу азотных удобрений в умеренных дозах не уменьшает сахаристости корней, обеспечивает более высокий выход сахара за счет роста урожайности. Но завышение норм азота приводит к резкому падению сахаристости корней, что уже не компенсируется их общим весом. Внесение фосфорных удобрений под сахарную свеклу, наоборот, способствует увеличению содержания сахара в корнях (см. табл. 16). Существенное повышение кормовой ценности люцернового сена при внесении NPK по-

Таблица 47

Влияние удобрений на качество урожая на темно-каштановых почвах
(сводные данные УкрНИИОЗ)

Культура	Клейковина в зерне, %		Протеин, %		Жир, %		Каротин, мг/кг		Фосфор (P_2O_5), %	
	без удобр.	NP	без удобр.	NP	без удобр.	NP	без удобр.	NP	без удобр.	NP
Озимая пшеница (зерно)	25	35	10,5	13,5	—	—	—	—	0,8	0,9
Кукуруза (зерно)	—	—	6,7	9,3	3,8	5,0	—	—	0,75	0,94
Люцерна (зеленая масса)	—	—	21,6	23,6	—	—	36	44	—	—

лучено на обыкновенных черноземах в опытах Донецкой областной опытной станции (см. табл. 42). Но вопрос взаимосвязи орошения, удобрений и качества урожая в настоящее время изучен недостаточно и необходимо продолжить исследования в этом направлении.

ЛИТЕРАТУРА

- Авакян Н. О. и др. Срок внесения удобрений под озимую пшеницу в различных почвенно-климатических условиях Армении. — Изв. с.-х. наук Армении, 1966, № 1.
- Балабо Н. К., Васильева С. Г., Гутина Б. С., Зверева Е. А., Трофимов Ю. Н. Результаты применения удобрений в новых районах орошающего земледелия. — В сб. «Эффективность удобрений на орошаемых землях». М., 1967.
- Билус О. Г., Журбина Н. С., Завирюхина В. И. Вплив доз та строкив внесения в минеральних добрив на продуктивність сої. — Зб. «Зрошуване землеробство», вип. 7. Київ, 1968.
- Болотина Н. И. Динамика азота и фосфора в условиях орошения на предкавказских черноземах Ростовской области. — Труды Почв. ин-та АН СССР, т. 55, М., 1960.
- Имангазиев К. И. Действие удобрений на урожай технических культур в орошаемых районах Казахстана. — Химия в сельском хозяйстве, 1964, № 4.
- Кудрин С. А. Агрохимия в хлопководстве Узбекистана. Ташкент, 1947.
- Корнеева В. Д. Действие удобрений на урожай зерновых и других сельскохозяйственных культур при различных поливных режимах в условиях степной зоны Кабардино-Балкарской АССР. — В кн. «Эффективность удобрений на орошаемых землях». М., 1967.
- Косова Л. А. Эффективность удобрений при разных поливных режимах. — В сб. «Эффективность удобрений на орошаемых землях». М., 1967.
- Лактионов Б. И. Особенности выращивания риса. — В сб. «Орошение зерновых культур», М., 1969.
- Левенштейн Х. И. Влияние удобрений и посевов на потерю азота из почвы в газообразной форме. — Сельское хозяйство за рубежом, 1959, № 6.
- Малышев А. Н. Влияние минеральных удобрений на продуктивность озимой пшеницы в условиях орошения. — В сб. «Научные труды молодых ученых УкрНИИОЗ». 1967.
- Музычук Е. Т. Удобрение сельскохозяйственных культур при орошении на предкавказских черноземах Ростовской обл. — Труды Почв. ин-та АН СССР, т. 55. М., 1960.
- Полферов Б. В., Мартовицкий О. П. Удобрения кукурузы на поливных землях Донбасу. — Зб. «Зрошуване землеробства», вип. 4. Київ, 1968.
- Полферов Б. В., Мартовицкий А. П. Особенности агротехники кормовых культур на орошаемых землях. — В сб. «Большая сила малого орошения». Донецк, 1969.
- Попова И. М. Эффективность разных форм фосфатов на светлых сероземах Голодной степи. — Сб. научных работ по применению удобрений. Ташкент, 1957.
- Попова И. М. Эффективность удобрений на орошаемых каштановых почвах Юга Украины. — В сб. «Прянишников и химизация сельского хозяйства». М., 1967.
- Попова И. М. Удобрения в поливных условиях. — В сб. «Орошающее земледелие на Украине». Киев, 1968.
- Попова И. М., Прищепа О. Г. Застосування добрив на зрошуваних землях півдня УРСР. — Зб. «Зрошуване землеробство», вип. 4. Київ, 1968.
- Попова И. М., Салтыков И. И., Прищепа А. Г., Шкребтиценко А. П. Удобрение сахарной свеклы на орошаемых каштановых почвах. — Агрохимия, 1968, № 10.
- Пресняков П. А., Горобченко А. Н. Влияние минеральных удобрений на урожай сахарной свеклы в зависимости от поливного режима и способов полива. — В сб. «Эффективность удобрений на орошаемых землях». М., 1967.
- Рациональне використання добрив. Київ, 1964.
- Ронсаль Г. А., Раевская С. С., Жужа З. М. Эффективность удобрений при орошении каштановой почвы. — Труды Херсонского СХИ. Херсон, 1967.
- Симакин А. Н. Минеральные удобрения и урожай озимой пшеницы в условиях Сев. Кавказа. — В сб. «Прянишников и химизация сельского хозяйства». М., 1967.
- Собко А. А. Эффективность удобрений при внесении под зерновые культуры на орошаемых землях. — Тезисы доклада на симпозиуме по применению удобрений. М., 1969.
- Совчук В. П. Сроки внесения минеральных удобрений под рис на засоленных землях Скадовского района. — В сб. «Орошающее земледелие», вып. 1. Киев, 1966.
- Стрельникова М. М., Собко А. А. Влияние влагозарядковых поливов на содержание и качество белка озимой пшеницы на Юге УССР. Киев, 1962.
- Туричин Ф. Б. Использование азотных удобрений урожаем и их превращение в почве. — Журн. Всесоюзн. химич. об-ва им. Д. И. Менделеева, 1965, т. X, № 4.
- Федоровский О. О. Вплив режиму зрошения і внесения добрив на врожай цукрових буряків у зоні Інгулецької зрошувальної системи. — Зб. «Використання зрошуваних земель». 1965.
- Шкребтиценко А. П. Норми і строки внесения азоту під цукрови буряки. — Зб. «Зрошуване землеробство», вип. 8. Київ, 1969.
- Штойко Д. А., Ноњ А. К. Эффективность удобрения сахарной свеклы при орошении на Юге Украины. — Агрохимия, 1969, № 11.

ИЗМЕНЕНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЭРОЗИИ (на примере Донбасса)

ПИТАТЕЛЬНЫЙ РЕЖИМ ЭРОДИРОВАННЫХ ПОЧВ

Эрозионные процессы, разрушая почву, ухудшают ее агрохимические свойства, что ведет к падению урожайности сельскохозяйственных культур. Изменение питательного режима почв под влиянием эрозионных процессов освещено Г. А. Пресняковой (1953), М. Н. Заславским (1951), В. Ф. Трушинским (1956) и многими другими. Во всех работах подчеркивается значительное уменьшение под действием эрозии содержания гумуса, азота, фосфора, калия в почве. В большинстве случаев авторы приводят лишь валовое содержание питательных веществ. Уменьшение валового содержания питательных веществ с возрастанием степени эродированности сильно выражено в подзолистых почвах (Преснякова, 1953), меньше — в серых лесных почвах (Козлов, 1953), еще меньше — в черноземах (Трушин, 1956).

Изучение валового содержания питательных веществ в зависимости от степени эродированности не всегда может объяснить причины пониженного плодородия эродированных почв, так как валовое содержание их еще не говорит о доступности этих веществ для растений.

Лишь немногие работы посвящены изучению содержания подвижных питательных веществ в эродированных почвах (Заславский, 1951; Власюк

Таблица 1

**Содержание питательных веществ в черноземах обыкновенных
разной степени эродированности, мг/кг почвы (средние данные)**

Генетический горизонт	Число разрезов	Глубина, см	Гумус, %	Легкогид- ролизуе- мый азот	P_2O_5		K_2O по "Бровки- ной"
					по Чирко- вому	по Ма- чигину	
Неэродированная почва							
H	32	0—40	5,73	58,2	106,2	8,4	315,0
HPk	26	40—65	3,81	47,6	75,7	7,0	254,0
PHk	20	65—95	2,47	39,5	—	5,0	218,5
Pk	14	Глубже 95	1,10	—	—	—	—
Слабоэродированная почва							
H	21	0—27	4,91	53,3	109,5	7,7	307,5
HPk	17	27—53	3,91	48,8	110,5	5,9	235,2
PHk	15	53—80	3,11	—	—	4,9	—
Pk	8	Глубже 80	1,08	—	—	—	—
Среднеэродированная почва							
HPk	21	0—25	4,81	53,6	—	6,2	304,9
PHk	18	25—51	3,21	44,6	—	4,9	212,5
Pk	8	Глубже 51	1,73	—	—	—	—
Сильноэродированная почва							
PHk	15	0—23	3,42	46,0	—	8,0	315,5
Pk	9	Глубже 23	1,91	—	—	5,0	226,1

Таблица 2

Содержание питательных веществ в черноземах обыкновенных разной степени эродированности

Генетический горизонт	Глубина, см	Гумус, %	N		K ₂ O		P ₂ O ₅ по Чирикову, мг/кг
			общий %	гидролизуемый, мг/кг	общий, %	подвижный, мг/кг	
Неэродированная почва							
Hп	0—10	5,68	0,30	108	3,88	332	165
H	27—37	4,40	0,21	97	1,95	254	135
HPk	50—60	3,07	0,17	72	1,36	195	169
RHk	70—80	2,28	0,10	69	1,48	174	186
Pk	100—110	1,23	0,06	50	1,28	136	236
Слабоэродированная почва							
Hп	0—10	4,89	0,26	103	3,80	293	151
HPk	27—37	3,42	0,22	98	1,85	293	139
RHk	50—60	2,30	0,10	82	1,48	195	148
Pk	70—80	1,64	0,07	38	1,21	137	174
Pk	100—110	1,02	0,07	19	1,17	156	234
Среднеэродированная почва							
HPk	0—10	4,63	0,24	98	2,34	254	131
RHk	27—37	3,05	0,20	94	1,91	234	104
Pk	50—60	1,98	0,09	85	1,75	195	136
Pk	70—80	1,15	0,09	55	1,56	176	175
Pk	100—110	1,00	0,08	52	1,56	137	225
Сильноэродированная почва							
RHk	0—10	3,98	0,23	76	2,24	215	101
Pk	27—37	2,22	0,13	58	2,05	195	117
Pk	50—60	1,35	0,07	37	1,47	156	126
Pk	70—80	1,07	0,06	22	1,40	152	203
Pk	100—110	0,92	0,05	7	1,17	153	230

и Дубинская, 1955; Трушин, 1956; Withee, MacCalla, 1954; Vincent, 1954, и др.). Подвижность питательных веществ в почве с увеличением степени эродированности уменьшается значительно быстрее, чем валовое содержание. Эти работы в какой-то мере проливают свет на причины пониженнего плодородия эродированных почв. Значительно больше для выяснения этих причин дало изучение плодородия отдельных генетических горизонтов (Тайчинов, 1941; Захарова, 1946, и др.).

Рассмотрим характеристику пищевого режима эродированных почв на примере основных генетических групп почв Донбасса. Наиболее распространенные почвы Донбасса — черноземы обыкновенные, образовавшиеся на лессовидных суглинках; они обладают очень высоким содержанием подвижных питательных веществ (табл. 1). В пахотном слое с увеличением степени эродированности почвы содержание легкогидролизуемого азота понижается слабо, очень слабо, почти не понижается содержание подвижного фосфора и совсем не понижается содержание подвижного калия.

Вместе с тем эти черноземы обладают значительной пространственной выравненностью содержания питательных веществ, чего нельзя сказать о почвах, образовавшихся на сланцах или песчаниках.

С увеличением степени эродированности диапазон колебаний в содержании подвижных питательных веществ несколько возрастает, что связано с различиями в оккультуренности эродированных почв. Наибольший диапазон отклонений от средних цифр наблюдается в содержании подвижного фосфора, так как подвижность его наиболее сильно зависит от степени оккультуренности отдельных полей.

Рассмотрим данные о содержании питательных веществ на черноземе обыкновенном разной степени эродированности по разрезам, заложенным в третьем поле семеноводческого севооборота Донецкой областной сельскохозяйственной опытной станции (табл. 2). Все разрезы находились на склоне западной экспозиции, в условиях одинаковой обработки и под одной и той же сельскохозяйственной культурой.

Почвы Донецкой областной опытной станции, прошедшие через две ротации севооборота с систематическим внесением удобрений и высоким уровнем агротехники, являются хорошо окультуренными. Поэтому данные табл. 2 выше, чем средние данные по этой генетической группе почв. Из приведенных данных видно, что содержание питательных веществ в почве уменьшается с увеличением степени ее эродированности. Наиболее характерно это уменьшение для валовых и подвижных форм азота и калия.

Распределение фосфора несколько иное. По литературным данным (Захаров, 1946; Тайчинов, 1941, и др.), подвижным фосфором наиболее беден переходный горизонт В (НР+РН). Это обуславливается значительным выносом данного элемента урожаем. Гумусный горизонт и материнская порода более богаты подвижными формами фосфора. Данные табл. 2 показывают, что такая же закономерность наблюдается и в почвах Донбасса. Очень характерна динамика содержания доступного фосфора с увеличением степени эродированности.

В результате эрозионных процессов на дневную поверхность выходят более бедные доступным фосфором переходные горизонты. В то же время к поверхности приближается богатая им почвообразующая порода. Можно полагать, что доступность для растений фосфора, растворимого в 0,5 н. уксусной кислоте, в гумусном горизонте и в материнской породе не одинакова. На эту мысль наводит разница в урожаях озимой и яровой пшеницы на неэродированной и сильноэродированной почвах при почти одинаковом содержании подвижных форм фосфора, азота и калия и хорошей обеспеченности влагой (1958, 1961, 1964 гг.). При этом содержание азота и калия было достаточно высоким — растения слабо реагировали на внесение азотных и калийных удобрений.

Неодинакова доступность подвижного фосфора для различных сельскохозяйственных культур. Так, в наших опытах овес в 1958 г. при хорошей обеспеченности влагой почти не снизил урожай на сильноэродированной почве по сравнению с неэродированной. По-видимому, овес обладает большей активностью в мобилизации почвенного плодородия, чем озимая и яровая пшеница.

Степень оккультуренности эродированных почв во многом зависит от того, в какой мере фосфор переходных горизонтов и почвообразующей породы доступен для растений. Многолетние бобовые травы и зернобобовые культуры активно способствуют переходу труднодоступных соединений фосфора в относительно легкодоступные.

Концентрация валового и подвижного калия в верхнем гумусном горизонте, наблюдавшаяся во всех генетических группах почв Донбасса, очевидно, связана с биологической аккумуляцией его растениями и закреплением в почвенном коллоидном комплексе (Вильямс, 1940).

Черноземы на каменноугольных сланцах — наиболее эродированная генетическая группа почв Донбасса. Содержание гидролизуемого азота в черноземах на сланцах (табл. 3) как по количеству, так и по амплитуде колебания подчиняется тем же закономерностям, что и в черноземах на лёссовидных суглинках. Гораздо более сложен в черноземах на сланцах режим фосфатов и калия. По количеству калия черноземы на сланцах уступают черноземам на лёссовидных суглинках, но абсолютные величины содержания его довольно высокие. Поэтому эти почвы вполне обеспечены подвижным калием, но отклонения от средних чисел здесь значительно более выражены. Так, при среднем содержании K_2O в пахотном слое неэродированной почвы 221 мг/кг колебания составляют от 61 до 297 мг/кг почвы.

Таблица 3

Содержание питательных веществ в черноземах на каменноугольных сланцах Донбасса, мг/кг почвы (средние данные)

Генетический горизонт	Число разрезов	Глубина, см	Гумус, %	Азот легкогидролизуемый	P ₂ O ₅		K ₂ O подвижный по Бровкиной
					по Чирикову	по Мачигину	
Неэродированная почва							
H	19	0—36	3,96	50	109	7,4	221
HP	17	36—54	2,50	45	97	6,6	170
PH	10	54—85	1,72	33	—	2,4	167
P	11	Глубже 85	0,92	—	—	—	—
Слабоэродированная почва							
H	19	0—27	3,70	51	115	—	175
HP	18	27—41	2,46	45	100	—	134
PH	8	41—68	1,73	32	—	—	—
P	9	Глубже 68	1,02	—	—	—	—
Среднеэродированная почва							
HP	13	0—26	3,52	42	110	—	128
PH	11	26—45	2,17	41	91	—	113
P	8	Глубже 45	1,05	—	—	—	—
Сильноэродированная почва							
PH	7	0—25	2,91	46	108	—	107
P	6	Глубже 25	1,16	37	—	—	94

С увеличением степени эродированности величины отклонений от средних цифр уменьшаются, в то же время уменьшаются и средние показатели содержания калия в почве.

Примерно такая же закономерность наблюдается и по фосфору. При среднем содержании фосфора 109 мг/кг диапазон содержания составляет от 25 до 349 мг/кг почвы.

Большие колебания в содержании фосфора и калия в черноземах на сланцах обусловливаются неодинаковым количеством этих веществ в различных видах сланцев — исходных почвообразующих пород.

Черноземы на песчаниках (табл. 4) очень близки по содержанию гумуса, азота и калия к черноземам на сланцах. Здесь также наблюдается довольно выравненное содержание легкогидролизуемого азота (колебания от 26 до 48 мг/кг почвы), значительные колебания подвижного калия (от 165 до 636 мг/кг почвы) и особенно фосфора (от 25 до 414 мг/кг почвы).

В этих почвах с увеличением степени эродированности значительно повышается содержание фосфатов, растворимых в 0,5 н. уксусной кислоте (увеличение средних цифр с 147 мг/кг на неэродированной почве до 176 мг/кг на сильноэродированной).

Значительные колебания в содержании питательных веществ в черноземах на песчаниках можно объяснить неодинаковым их содержанием в материнской породе — песчаниках. Но имеется и другое предположение. Песчаники каменноугольного периода могут также являться ископаемой почвой. Как и всякая песчаная почва или развеявшиеся пески, они очень бедны питательными веществами. Обогащение их произошло за счет сланцев, с которыми они повсеместно находятся в комплексе. От степени этого обогащения («осланцевания») и зависит плодородие черноземов на песчаниках. Оба предположения нуждаются в проверке. Логически более вероятно второе предположение.

Таблица 4

Содержание питательных веществ в черноземах на песчаниках разной степени эродированности, мг/кг почвы (средние данные)

Генетический горизонт	Число разрезов	Глубина, см	Гумус, %	Азот легкогидролизуемый	P_2O_5		K ₂ O по Масловой
					по Чирикову	по Мачигину	
Неэродированная почва							
H	12	0—34	4,24	47	147	8,0	209
HP	12	34—47	2,67	33	145	7,2	189
РН	6	47—73	1,57	34	—	—	160
P	9	Глубже 73	0,72	—	—	—	—
Слабоэродированная почва							
H	9	0—27	3,36	49	140	—	160
HP	8	27—38	2,63	45	96	—	106
РН	4	38—59	1,88	—	—	—	—
P	3	Глубже 59	0,81	—	—	—	—
Среднеэродированная почва							
HP	12	0—27	3,36	50	124	—	154
РН	10	27—40	2,01	43	102	—	141
P	5	Глубже 40	1,09	—	—	—	—
Сильноэродированная почва							
РН	5	0—22	2,90	45	177	—	100
P	4	Глубже 22	1,25	41	178	—	95

Следует отметить, что в тех местах, где к предполагаемому «осланцеванию» добавляется от карбоначивание песчаников, последние по физико-химическим свойствам и содержанию питательных веществ приближаются к черноземам обыкновенным на лёссовидных суглинках и лёссовых породах.

Пищевой режим черноземов на плотных карбонатных породах (на мелах, мергелях, известняках) характеризуется довольно большим по сравнению с черноземами на сланцах и песчаниках содержанием легкогидролизуемого азота и подвижного калия, но меньшим содержанием подвижного фосфора (табл. 5). Малая подвижность фосфора обусловливается большим содержанием в почве карбонатов и высоким рН.

Содержание легкогидролизуемого азота в черноземах на плотных карбонатных породах с увеличением степени эродированности понижается с 53 до 33 мг/кг почвы. В неэродированных черноземах на плотных карбонатных породах количество легкогидролизуемого азота приближается к содержанию его в черноземе обыкновенном. Однако если в черноземе обыкновенном с увеличением степени эродированности содержание его понижается на 21 %, то в черноземах на плотных карбонатных породах это понижение составляет 38 %. Уменьшение содержания подвижного фосфора с увеличением степени эродированности почв составляет 18 % (с 79 до 65 мг/кг почвы).

Низкие урожаи сельскохозяйственных культур на черноземах, образовавшихся на плотных карбонатных породах, несмотря на благоприятный пищевой режим, объясняются их исключительно неблагоприятным водным режимом. Наиболее плодородными из них являются черноземы на элювии мергелей.

Таким образом, с увеличением степени эродированности почв Донбасса содержание в них подвижных форм азота и калия уменьшается, но понижение это ввиду богатства почв питательными веществами можно считать не-

Таблица 5

Содержание питательных веществ в черноземах на плотных карбонатных породах, мг/кг почвы (средние данные)

Генетический горизонт	Число разрезов	Глубина, см	Гумус, %	Азот легкогидролизуемый	P_2O_5		K ₂ O по Масловой
					по Чирикову	по Мачигину	
Неэродированная почва							
H	16	0—32	5,71	53	79,5	15,4	242
HPk	8	32—43	2,41	50	—	12,4	118
RHк	4	43—66	1,52	—	—	—	—
Pк	2	Глубже 66	0,83	—	—	—	—
Слабоэродированная почва							
H	5	0—27	3,75	56	73,3	—	228
HPk	5	27—35	2,43	33	—	—	193
RHк	2	35—47	1,44	—	—	—	—
Pк	4	Глубже 47	0,92	—	—	—	—
Среднеэродированная почва							
HPk	5	0—26	1,314	33	65,1	15,0	212
RHк	3	26—35	2,34	27	—	4,9	183
Pк	3	Глубже 35	1,07	—	—	—	—

значительным. Содержание подвижного фосфора с увеличением степени эродированности почв почти не уменьшается, а в некоторых почвах (чернозем на песчаниках) наблюдается даже его увеличение.

Вместе с тем наши данные и исследования Донецкой областной сельскохозяйственной опытной станции (Педан, 1959; Шикула, Мильчевская, 1966) показали, что фосфорные удобрения, даже при небольших нормах внесения (1—2 ц/га суперфосфата), значительно повышают урожай, несмотря на наличие в почве значительного количества подвижных фосфатов. Особенно высокие прибавки урожая от фосфорных удобрений были получены во влажные годы.

Эродированные разновидности черноземов обыкновенных и черноземов на плотных карбонатных породах нуждаются в первую очередь в фосфорных удобрениях, черноземы на сланцах и песчаниках — в фосфорных и азотных удобрениях. Все почвы Донбасса слабо нуждаются или совсем не нуждаются в калийных удобрениях.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЭРОДИРОВАННЫХ ПОЧВ ДОНБАССА

Эффективное плодородие эродированных почв в значительной мере зависит от окультуренности, т. е. от воздействия на почвы комплекса мероприятий, повышающих их биологическую активность. Под биологической активностью подразумевается жизнедеятельность почвенных микроорганизмов, в значительной мере обуславливающая течение почвообразовательного процесса и формирование плодородия почвы.

Эрозионные процессы, разрушая и удаляя наиболее богатый микроорганизмами перегнойный слой почвы, значительно понижают ее биологическую активность (Тайчинов и Файзулин, 1960).

Мероприятия по восстановлению биологической активности эродированных почв в разных зонах и на различных почвах не одинаковы. Скорость восстановления биологической активности также зависит от зональных условий.

Таблица 6

Содержание микроорганизмов в гумусовом горизонте эродированных черноземов Донбасса, млн. на 1 г (среднее за 1962—1963 гг., Захарова, 1965)

Почва	Общее число микроорганизмов		Бактерии	Актиномицеты	Микроопухолевые	Аэробактеры, % от общего количества	Нитрифицирующие, % от общего количества	Фосфорные	Лимитирующие, % от общего количества
	на 1 г почвы	на 1 г орган. вещества							
Чернозем обыкновенный	6,7	121	4,7	0,7	16	2,0	8,2	10,9	1,6
Чернозем обыкновенный среднеэродированный	6,0	198	3,8	0,7	31	2,2	6,9	7,8	1,9
Чернозем на элювии песчаника слабоэродированный	6,9	159	5,0	0,8	31	1,9	10,5	14,7	3
Чернозем на элювии известняка слабоэродированный	7,6	200	5,2	0,9	30	2,4	8,2	15,5	14
Чернозем на элювии глинистого сланца слабоэродированный	6,3	173	3,9	0,6	27	2,4	8,3	10,6	0
Чернозем на элювии глинистого сланца среднеэродированный	6,6	244	4,0	0,5	22	2,6	9,3	9,9	0
Чернозем обыкновенный Днепропетровской обл.	5,2	80	3,4	0,9	13	1,8	3,9	10,4	4

Таблица 7

Влияние удобрений на содержание микроорганизмов в обыкновенном черноземе Донецкой области (Захарова, Данцевич, 1965)

Вариант опыта	Число микроорганизмов, тыс. на 1 г абс. сухой почвы			Общее содержание микроорганизмов	
	бактерии-ам- монификаторы на МПА	грибы на среде Рихтера	актиномицеты на КАА	тыс. на 1 г	%
Контроль (без удобрений)	5 922	33	2 785	8 740	100
$N_{45}P_{75}K_{40}$	9 895	57	3 325	13 277	151
Навоз 20 т/га	19 420	75	3 577	23 072	264
Навоз 20 т/га + P_{75}	8 145	181	2 915	11 376	130

В Донбассе биологическая активность почв значительно возрастает при внесении удобрений, особенно органических (Захарова, 1963). Систематическое применение удобрений и высокий уровень агротехники на эродированных почвах имеют решающее значение в повышении их биологической активности.

В 1962—1963 гг. лабораторией микробиологии Украинского института почвоведения (Захарова, 1963, 1965а) проведено изучение биологической активности почв Донбасса. Сводные данные о наличии микроорганизмов в эродированных окультуренных почвах приведены в табл. 6. Для сравнения микрофлоры эродированных почв Донбасса с микрофлорой почв центральной степи УССР (Днепропетровская область) в таблице также приводится содержание микроорганизмов в черноземе обыкновенном полнопрофильном Синельниковской опытной станции.

Проведенные исследования выявили очень высокую биологическую активность эродированных черноземов Донбасса. Из данных табл. 6 видно, что общая численность микроорганизмов в среднеэродированных черноземах на лёссовидных суглинках и глинистых сланцах в некоторых случаях даже превышает число микроорганизмов в слабоэродированных и неэродированных почвах.

Особенно обильно представлены в эродированных почвах Донбасса микроорганизмы, освобождающие органический (бактерии на МПА) и минеральный (микроорганизмы на КАА) азот, а также актиномицеты, нитрификаторы и микроорганизмы, усваивающие свободный азот воздуха (азотобактер и олигонитрофилы). Этим, по-видимому, можно объяснить сравнительно благоприятный азотный режим эродированных почв Донбасса и низкую эффективность азотных удобрений.

Характерно, что в черноземе обыкновенном среднеэродированном азотобактер в 2 раза больше, чем в неэродированном. В то же время азотобактера совсем нет в черноземах на плотных бескарбонатных породах. В. И. Захарова (1965б) объясняет это явление их бескарбонатностью. В этих почвах обильно представлены другие азотфикссирующие микроорганизмы — олигонитрофилы.

Микроорганизмы, определяющие фосфорный режим эродированных почв, представлены значительно беднее. Бактерий, освобождающих органический фосфор, выявлено в 2 раза меньше, чем в почвах Днепропетровской области. Тем не менее микроорганизмов, освобождающих как органический, так и минеральный фосфор, в эродированном обыкновенном черноземе оказалось значительно больше, чем в неэродированном.

Целлюлозоразрушающих бактерий в почвах Донбасса оказалось примерно в 2 раза меньше, чем в почвах Днепропетровской области.

При сравнении количества некоторых физиологических групп микроорганизмов в почвах Донбасса с отдельными агрохимическими показателями

Таблица 8

Влияние удобрений на содержание бактерий, преобразующих фосфор в черноземе обыкновенном, тыс. на 1 г абс. сухой почвы (Захарова, Данцевич, 1965)

Вариант опыта	Среда с нуклеиновой кислотой		Среда с $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	
	всего	с ореолами растворения	всего	с ореолами растворения
Контроль (без удобрений)	13 465	450	10 730	5 232
$\text{N}_{45}\text{P}_{75}\text{K}_{40}$	21 200	1 500	26 000	6 400
Навоз 20 т/га	29 125	2 615	46 915	24 935
Навоз 20 т/га + Р ₇₅	26 750	1 377	29 380	10 380

этих почв выявляется прямая связь между ними. Более высокой численности нитрифицирующих бактерий и азотобактера соответствует и большее содержание гидролизуемого азота в почве. Более широкому распространению фосфорных бактерий соответствует и большее содержание доступного фосфора (Захарова, 1965а, б).

Общее количество микроорганизмов в почве при внесении полного минерального удобрения увеличилось на 51 %, а при внесении 20 т/га навоза — на 164 % в сравнении с неудобренным фоном (табл. 7). Значительное преобладание аммонификаторов над актиномицетами (в 2,5—4,5 раза) свидетельствует об интенсивном разложении органического вещества.

При внесении удобрений увеличивается содержание бактерий, освобождающих фосфор из органических и минеральных соединений (табл. 8). По В. И. Захаровой и Ю. Д. Данцевичу (1965), это свидетельствует об усилении минерализации органического вещества в почве и о преобразовании труднодоступных минеральных форм фосфатов в доступные для растений. По заключению тех же авторов, активизация размножения фосфоробактерий свидетельствует о том, что растения питаются фосфором не только за счет внесенных удобрений, но и за счет фосфорной кислоты, освобожденной в результате жизнедеятельности бактерий.

ИЗМЕНЕНИЕ ПИТАТЕЛЬНОГО РЕЖИМА ЭРОДИРОВАННЫХ ПОЧВ ПОД ВЛИЯНИЕМ ОКУЛЬТУРИВАНИЯ

Вопросу окультуривания эродированных почв, повышению их плодородия посвящено значительное количество как отечественных, так и зарубежных работ. На основе анализа этих работ можно сформулировать следующие положения.

Низкое плодородие выходящих на поверхность в результате действия эрозии подпахотных горизонтов (эродированных почв) обусловливается не столько бедностью их питательными веществами, сколько недостатком этих веществ в доступной для растений форме.

Различные растения по-разному реагируют на увеличение степени эродированности почв. Слабо реагируют, почти не снижая урожайности, многолетние бобовые травы, зернобобовые, гречиха, подсолнечник, свекла. Просо и кукуруза на эродированных почвах значительно снижают урожайность. Зерновые колосовые занимают промежуточное положение.

Эродированные почвы в первую очередь нуждаются в фосфорных и азотных удобрениях.

Посев многолетних бобовых трав на эродированных почвах является важным средством повышения их плодородия.

Даже кратковременное (2—3-годичное) пребывание трав в почвозащитных севооборотах значительно повышает плодородие эродированных почв.

Многолетние бобовые травы улучшают питательный режим эродированных почв, являясь источником пополнения азота и гумуса (Гринченко, 1954).

Многолетние бобовые травы улучшают также физико-химические свойства эродированных почв, оструктуривают почву (Вильямс, 1940), пронизывают корневыми системами уплотненный подпахотный горизонт, взрыхляя его, обогащая гумусом, что в свою очередь понижает объемный вес почвы. Это приводит к увеличению водопроницаемости, повышает полевую (наименьшую) влагоемкость почв и тем самым увеличивает запасы продуктивной влаги. А. А. Роде (1952, стр. 281) указывал, что «... окультуривание (люцерна!) способствует созданию больших запасов усвоемой влаги, повышая наименьшую влагоемкость».

Для выяснения влияния комплекса мероприятий по окультуриванию в разной степени эродированных почв на их эффективное плодородие в 1959—1960 гг. нами был проведен специальный агротехнический опыт на полях экспериментального хозяйства Донецкой областной сельскохозяйственной опытной станции, ныне экспериментального хозяйства Донецкой опытной станции садоводства (г. Артемовск). Опытная станция организована в 1926 г. Её поля к моменту постановки опыта прошли две ротации севооборота с применением системы удобрений (органических и минеральных), правильного чередования культур (два поля многолетних бобовых трав), высокого уровня агротехники. Почвенный покров представлен в основном черноземами обыкновенными на тяжелосуглинистых лессовидных суглинках, в разной степени эродированных. Эти почвы условно названы нами хорошо окультуренными.

Для сравнения (контроль) были заложены опыты в колхозе им. М. И. Калинина, поля которого непосредственно примыкали к полям опытной станции. На выбранном для контроля участке удобрения в предшествующие годы не вносились, уровень агротехники был значительно ниже, чем на опытной станции, чередование культур было бессистемным. Эти почвы условно названы нами слабо окультуренными. Оба участка по почвам, степени эродированности, экспозиции, крутизне склона, предшественникам, сельскохозяйственным культурам были идентичными. Расстояние между ними не превышало 2 км.

На каждом участке по всем почвенным разностям определялись: влажность почвы, динамика, содержание нитратов и подвижных фосфатов, содержание валовых и подвижных питательных веществ, урожай сельскохозяйственных культур.

Опыты были заложены с озимой пшеницей по пару и с яровым ячменем по озимой пшенице. По агрометеорологическим условиям 1959 год был средним, 1960 год — сравнительно засушливым.

Наблюдения за влажностью почвы, динамикой содержания нитратов и подвижных фосфатов были проведены в 1959 г. на участках под озимой пшеницей по пару. Динамика нитратов как на первом, так и на втором участке в общих чертах повторяет динамику нитратов, в свое время полученную А. А. Шмуком (1924, 1950) для кубанских черноземов и О. М. Гринченко и П. А. Власюком (1928) — для лесостепи Украины. Вместе с тем в отличие от данных А. А. Шмука, который за время летней вегетации растений озимой пшеницы не обнаружил свободных нитратов, в нашем опыте они имелись на протяжении всего периода вегетации. Под озимой пшеницей количество их было примерно такое же, как у О. М. Гринченко и П. А. Власюка в лесостепи под озимой рожью, причем минимум содержания нитратов в период вегетации также приходился на май — июнь.

Осеннее накопление нитратов наблюдалось после созревания растений. В августе, несмотря на лущение стерни, накопление нитратов было еще слабо заметным, что может быть связано с недостатком влаги в почве. Лишь в сентябре, после выпадения дождя в первых числах месяца, наблюдается резкое повышение содержания нитратов.

Наши данные свидетельствуют о том, что усиление нитрификационной способности хорошо окультуренных почв в осенний период ярче выражено в нижней половине пахотного слоя и в подпахотном слое. Так, в слое 0—

Таблица 9

Влияние окультуренности чернозема обыкновенного различной степени эродированности на урожай сельскохозяйственных культур*

Год	Окультуренность почвы	Неэродированная почва	Эродированная почва		
			слабо	средне	сильно
Озимая пшеница					
1959	Слабая	31,3	28,8	24,1	15,2
		100	92	77	48
1960	Хорошая	33,3	31,1	28,8	21,3
		100	94	86	64
1959	Слабая	23,4	21,2	15,5	9,7
		100	90	66	42
1960	Хорошая	26,6	25,9	21,6	18,0
		100	97	81	67
Яровой ячмень					
1959	Слабая	27,0	24,1	19,4	11,3
		100	89	72	42
1960	Хорошая	28,8	26,2	22,6	14,9
		100	91	78	52
1959	Слабая	17,3	14,7	11,1	8,0
		100	85	65	46
1960	Хорошая	20,1	17,2	14,9	11,9
		100	85	74	59

* Числитель — ц/га, знаменатель — % от неэродированной почвы.

10 см под влиянием окультуривания интенсивность процессов нитрификации повысилась в среднем на 32 %, в горизонте 10—25 см — на 79 % и в подпахотном слое (25—40 см) — на 60 %.

Вместе с тем при окультуривании почв уменьшается разница интенсивности процессов нитрификации между неэродированными и сильноэродированными почвами. Уменьшение этого разрыва опять-таки более выражено в глубоких горизонтах, чем в поверхностном слое.

Изучение динамики ацетатна растворимых фосфатов показало, что с увеличением степени эродированности почв количество их значительно уменьшается, причем это уменьшение более выражено на слабо окультуренных почвах.

Следует отметить, что содержание ацетатна растворимых фосфатов очень динамично. Максимальные количества их наблюдались в июле, в конце вегетации озимой пшеницы, минимальные — в конце августа, до проведения зяблевой вспашки. После зяблевой вспашки в первой декаде сентября следует повторное повышение их содержания.

Содержание ацетатна растворимого фосфора в слое 0—10 см сильноэродированной почвы колеблется для слабо окультуренной почвы от 16 до 28 мг/кг, для хорошо окультуренной — от 21 до 53 мг/кг почвы.

Данные об урожайности озимой пшеницы по пару и ярового ячменя по озимой пшенице на различно окультуренных почвах приведены в табл. 9. Из этих данных видно, что урожай озимой пшеницы на хорошо окультуренной почве всех степеней эродированности был значительно выше, чем на слабо окультуренной, причем повышение урожая для различно эродированных почв не пропорционально, а прогрессивно возрастает с увеличением степени эродированности. Если для неэродированной почвы прибавка урожая от окультуренности в 1959 г. в среднем составила 6 %, а для слабоэродированной — 8 %, то для среднеэродированной она составила 19 %, а для сильноэродированной — 40 % от урожая на слабо окультуренной

Таблица 10

Содержание питательных веществ в эродированных почвах различной степени оккультуренности

Глубина, см	Окультуренность	Гумус, %	Азот		Растворимые фосфаты, мг/кг				K ₂ O	
			общий, %	легкогидролизуемый, мг/кг	в воде	в 0,5 н. C ₂ H ₅ NO ₂	в 0,5 н. HCl	сумма	валовой, %	подвижный, мг/кг
Чернозем обыкновенный										
0—17	Слабая	6,09	0,48	259	1,9	19	403	424	2,86	272
	Хорошая	6,28	0,54	285	6,2	59	379	444	2,64	302
17—27	Слабая	6,20	0,47	225	2,2	17	383	402	2,86	267
	Хорошая	5,95	0,33	197	6,0	59	369	434	2,87	229
30—40	Слабая	5,95	0,33	222	1,9	15	387	404	2,83	234
	Хорошая	4,95	0,27	188	7,0	47	358	412	2,80	209
Чернозем обыкновенный слабоэродированный										
0—17	Слабая	6,04	0,47	231	2,4	21	372	396	2,41	222
	Хорошая	6,32	0,44	231	7,8	54	396	450	2,35	250
17—27	Слабая	5,84	0,39	225	2,3	17	350	369	2,48	222
	Хорошая	6,15	0,33	202	7,0	54	399	460	2,45	229
30—40	Слабая	4,70	0,36	220	1,6	16	377	394	2,27	183
	Хорошая	4,68	0,32	188	6,8	48	358	413	2,70	97
Чернозем обыкновенный среднеэродированный										
0—17	Слабая	4,14	0,35	212	1,8	11	349	362	1,85	194
	Хорошая	5,33	0,44	231	9,3	34	269	312	2,80	219
17—27	Слабая	3,52	0,26	213	1,6	16	362	377	1,81	175
	Хорошая	4,43	0,27	191	9,5	27	225	351	2,46	99
30—40	Слабая	1,87	0,23	145	0,7	9	342	333	1,57	126
	Хорошая	2,21	0,23	114	7,8	15	218	241	2,07	80
Чернозем обыкновенный сильноэродированный										
0—17	Слабая	3,06	0,19	185	1,1	17	419	437	1,69	163
	Хорошая	4,29	0,24	186	9,4	26	268	301	2,42	109
17—27	Слабая	1,25	0,11	179	1,1	9	403	413	1,51	122
	Хорошая	2,35	0,22	123	9,4	19	292	320	1,83	89
30—40	Слабая	0,96	0,07	113	0,8	6	424	431	1,61	118
	Хорошая	1,12	0,16	90	8,7	13	252	274	1,81	73

почве. В сравнительно засушливом 1960 г. увеличение урожая с повышением оккультуренности почвы было еще более выраженным и составляло соответственно 14, 22, 39 и 92 %. Таким образом, процесс оккультуривания в первую очередь оказывается на эффективном плодородии средне- и сильноэродированных почв.

В опыте с яровым ячменем повторилась та же закономерность, что и в опыте с озимой пшеницей, причем повышение оказалось близким к таковому для озимой пшеницы (соответственно в 1959 г. — 6, 8, 17 и 32%; в 1960 г. — 16, 20, 34 и 49 %).

После учета урожая озимой пшеницы на почвах разной степени оккультуренности были взяты образцы для определения содержания валовых и подвижных азота, фосфора и калия (табл. 10).

Из данных табл. 10 видно, что оккультуренность не оказала заметного влияния на содержание гумуса в неэродированных и слабоэродированных почвах. Однако в средне- и сильноэродированных почвах количество гумуса на хорошо оккультуренных почвах повышается, особенно в пахотном слое. В то же время визуально это увеличение не улав-

лиается и обнаруживается только аналитически, так как «молодой» гумус еще не имеет интенсивной темной окраски. Эти данные подтверждают наше предположение о скорости культурного почвообразовательного процесса на эродированных почвах.

Валовое содержание азота и калия в процессе окультуривания эродированных почв повышается. В то же время подвижных форм азота и калия в эродированных хорошо окультуренных почвах меньше, чем в слабо окультуренных, особенно в нижних горизонтах. Это, по-видимому, связано со временем взятия образцов (август). В связи с тем что на хорошо окультуренных почвах был выращен более высокий урожай, подвижных форм азота и калия на его выращивание было использовано больше, чем на слабо окультуренных почвах.

По-иному сказалось окультуривание эродированных почв на режиме фосфатов. Наблюдения показали, что процесс окультуривания эродированных почв сопровождается значительным увеличением содержания фосфатов, растворимых в 0,5 н. уксусной кислоте, которые являются ближайшим резервом для питания растений. Для выяснения вопроса, за счет каких групп фосфатов происходит это увеличение, нами был проведен анализ почвы на групповой состав фосфатов по Ф. В. Чирикову.

Из данных табл. 10 видно, что содержание различных групп фосфатов в эродированных и неэродированных почвах под влиянием окультуривания значительно изменяется. Так, содержание воднорастворимых фосфатов в хорошо окультуренных неэродированных и слабоэродированных почвах повышается примерно в 3 раза, а на средне- и сильноэродированных почвах — в 8—10 раз по сравнению со слабо окультуренными почвами.

Содержание ацетатнорастворимых фосфатов в хорошо окультуренных почвах всех степеней эродированности повышается примерно в 2—3 раза по сравнению со слабо окультуренными. В то же время с повышением окультуренности почв значительно снижается содержание фосфатов, растворимых в 0,5 н. HCl (далекие резервы), что, по-видимому, связано с трансформацией их в близкие резервы (растворимые в воде и в 0,5 н. $C_2H_4O_2$).

Значительное уменьшение третьей группы с увеличением степени эродированности на хорошо окультуренных почвах мы также связываем с увеличением гумусонакопления под влиянием окультуривания, с переводом минерального фосфора в органический, который не извлекается из почвы применяемыми растворителями.

Трансформация фосфатов в процессе окультуривания эродированных почв будет более наглядной, если мы выразим содержание групп фосфатов в процентах от общей суммы. Для сравнения возьмем данные по неэродированной и сильноэродированной почвам (табл. 11). Из данных таблицы вид-

Таблица 11

Трансформация почвенных фосфатов под влиянием окультуривания почв, % от суммы трех групп

Глубина, см	Окультуренность	Фосфаты, растворимые			Глубина, см	Окультуренность	Фосфаты, растворимые		
		в воде	в 0,5 н. $C_2H_4O_2$	в 0,5 н. HCl			в воде	в 0,5 н. $C_2H_4O_2$	в 0,5 н. HCl
Чернозем обыкновенный									
0—17	Слабая	0,4	4,5	95,0	0—17	Слабая	0,2	4,0	95,8
	Хорошая	1,4	13,3	83,3		Хорошая	3,1	8,8	88,1
17—27	Слабая	0,6	4,3	95,1	17—27	Слабая	0,3	2,1	97,6
	Хорошая	1,4	13,5	85,1		Хорошая	3,0	5,8	91,2
30—40	Слабая	0,5	3,7	95,8	30—40	Слабая	0,2	1,4	98,4
	Хорошая	1,7	11,5	86,8		Хорошая	3,5	5,0	91,5
Чернозем обыкновенный сильноэродированный									

но, что удельный вес воднорастворимых фосфатов на слабо окультуренной почве с увеличением степени эродированности понижается с 0,45 до 0,25 %. В то же время на хорошо окультуренной почве наблюдается повышение удельного веса воднорастворимых фосфатов с 1,4 до 3,1 %. Удельный вес ацетатнорастворимых фосфатов на слабо окультуренной почве составлял 4,0—4,5 %, а на хорошо окультуренной почве он повысился до 8,8—13,3 %. В то же время значительно понизился удельный вес фосфатов, растворимых в 0,5 н. HCl.

Таким образом, в процессе окультуривания эродированных почв фосfatный режим претерпевает значительные изменения.

Окультуривание эродированных почв Донбасса фактически сводится к трем основным моментам:

- а) улучшению водно-физических свойств эродированных почв;
- б) повышению биологической активности почвы (интенсификация процесса почвообразования);
- в) трансформации фосфатов в более доступные для растений формы.

ЛИТЕРАТУРА

- Бронзова Г. Я. Повышение плодородия эродированных почв. — Лес и степь, 1950, № 7.
- Бронзова Г. Я. Создание кормовых угодий на смытых почвах. М., Сельхозгиз, 1955.
- Вильямс В. Р. Почвоведение. Изд. 4. М., Сельхозгиз, 1940.
- Власюк И. А. и Дубинская Г. М. К изучению эрозии почв в Винницкой области. — Научные труды Украинского н.-и. ин-та соц. земледелия, т. 8, 1955.
- Ганжа Б. А. Профильное изучение плодородия почв. Доступность для растений калия и азота в различных горизонтах подзолистых почв. — Труды Почв. ин-та АН СССР, т. XXI. М.—Л., 1940а.
- Ганжа Б. А. Профильное изучение плодородия почв. Каштановые почвы орошающего Заволжья. Труды Почв. ин-та АН СССР, т. XXI. М.—Л., 1940б.
- Ганжа Б. А. К вопросу профильного изучения плодородия почв. — «Проблемы советского почвоведения», сб. 14. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1946.
- Горшенин К. П. Влияние многолетних трав на плодородие почвы. — Почвоведение, 1957. № 10.
- Гринченко А. М. Влияние многолетних трав на окультуривание солонцовых почв Среднего Приднепровья. Киев, Изд-во АН УССР, 1954.
- Грінченко О. М., Власюк П. А. Динаміка азоту і фосфору та спостереження над вологістю в чотирипіллі з бобовими. — Праці Уманської с.-г. дослідної станції вип. VI. Умань, 1928.
- Заморий П. К. Геотектоника УССР. — Материалы по четвертичному периоду в СССР, вып. 2. М.—Л., 1950.
- Заславский М. Н. Материалы исследований почв эродированных склонов колхозов Бульбокского р-на. — Изв. Молд. фил. АН СССР, № 1 (4), 1951.
- Захаров С. А. Плодородие генетических горизонтов выщелоченного кубанского западно-предкавказского чернозема. — «Проблемы советского почвоведения», сб. 14. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1946.
- Захарова В. И. Влияние почвообразующих пород на микробиологические процессы в почвах Донбасса. — В сб. «Пути повышения плодородия почв Украины». Харьков, 1963.
- Захарова В. И. К вопросу о биологической активности и агрохимических свойствах почв. — В сб. «Плодородие и агрохимические свойства почв Украины». Харьков, 1965а.
- Захарова В. И. Микрофлора черноземов Донбасса и ее изменение под влиянием удобрений. Автореф. канд. дисс. Харьков, 1965б.
- Захарова В. И., Данцевич Ю. Д. Вплив добрив на мікрофлору чорнозему звичайного в Донбасі. — Вісник с.-г. науки, 1965, № 5.
- Зражевский А. І. Родючість нерозвинених ґрунтів на териконах Донбасу і питання озеленення териконів. — Праці ін-ту лісівництва АН УССР. Т. 5, 1953.
- Карлов Н. Н. Какова была первоначальная высота Донецких гор. — Природа, 1946, № 11.
- Козлов В. П. К изучению эрозии на западных и южных склонах Средне-Русской возвышенности. — Труды Почв. ин-та АН СССР, т. 40. М., Изд-во АН СССР, 1953.
- Кочергин А. Е. и Остроумова А. Е. Причины низкого плодородия подпахотного слоя прииртышского чернозема и пути их устранения. — Труды юбилейной сессии, посвященной столетию со дня рождения В. В. Докучаева. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1949.

- Лавренко Е.* Деякі спостереження над корою звітрювання на Провальськім степу в Донецькому Кряжі. — Труди науково-дослідної катедри ґрунтознавства, т. I. Харків, 1930.
- Овчинников К. М.* Залужене склонових угідий в целях підвищення їх кормової продуктивності и борьби з ерозією. — Зап. Харківск. с.-х. ин-та, т. 6 (43), 1947.
- Пастушенко В. О. и Дунаевский В. Н.* Сеяні многолітні трави на смитих почвах. — Земледелие, 1953, № 4.
- Педан Г. П.* Дози и состав органо-минеральных удобрений при гнездовом внесении под кукурузу. — Сб. работ Донецкой обл. с.-х. оп. станции за 1953—1958 гг. Донецк, 1959.
- Попов Ф. А. и Дмитренко П. А.* К вопросу об изучении плодородия подпахотного горизонта черноземов Украинской ССР. — Труды по агропочеведению, агротехнике, удобрению, селекции и семеноводству сельскохозяйственных культур, т. VI. Киев — Харьков, Сельхозгиз УССР, 1951.
- Преснякова Г. А.* Влияние процессов водной эрозии на урожай сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистых почвах и пути повышения плодородия смитых почв. — Труды Почв. ин-та АН СССР, т. 40. М., Изд-во АН СССР, 1953.
- Роде А. А.* Почвенная влага. М., Изд-во АН СССР, 1952.
- Соболев Д. Н.* К вопросу о значении эпейрогенических движений в формировании современного рельефа Украинской ССР. — Изв. АН СССР, серия геогр. и геофиз., 1937, № 4.
- Тайчинов С. Н.* Агропроизводственная характеристика пахотного и подпахотного горизонтов выщелоченного чернозема. — Почеведение, 1941, № 5.
- Тайчинов С. Н. и Файзуллин М. Н.* Динамика нитратов в зависимости от характера рельефа и смитости почвы. — Почеведение, 1960, № 4.
- Трушин В. Ф.* Влияние эрозии на свойства почв и урожайность сельскохозяйственных культур. — Изв. ТСХА, 1956, № 2.
- Черемисинов Г. А.* Рациональное использование удобрений на эродированных почвах. — Вестник с.-х. науки, 1963, № 11.
- Черкасова В. А.* Освоение балочных склонов под сенокосы и пастбища. М., Сельхозгиз, 1953.
- Шикула Н. К. и Мильчевская Л. Я.* Разработка мер борьбы с эрозией и повышение плодородия эродированных почв Донецкой области. — В сб. «Агролесомелиоративные исследования в СССР и европейских социалистических странах за 1965 г.», вып. 51. Волгоград, 1966.
- Шмук А. А.* Наблюдения над режимом нитратов в условиях полевых культур в черноземной почве Кубанской области. Ростов-на-Дону, 1924.
- Шмук А. А.* Динамика режима питательных веществ в почве. — Труды 1913—1945 гг., т. I. М., Пищепромиздат, 1950.
- Bradfield R.* Soil Conservation and the Maintenance of Soil Productivity. — Power Farm Australia and New Zealand, v. 62, N 4, 1953.
- Donanue R. J., Evans E. F. and Sones L. I.* The Range and Rasture Book: New Jerasly, Englewood cliffs., 1956.
- Godtrey C. L., Riecken F. F.* Distribution of Phosphorus in Some genetically related loessderived soils. — Soil Sci. Society America Proc., v. 18, N 1, 1954.
- Hollerg Y., Phillippe P. L. and Arnold V. M.* Canyons Converted to Grass Land. — Soil Conservation, v. 22, N 6, 1957.
- Prince F. S.* Grassland Farming in the Humid Northeast. New Yourk, Van Nostrand, 1956.
- Stanford L., Pierre W. H.* Soil Management Practices in Relation to Phosphorus Availability and Use. — Agronomy a series of monographs. New York, v. 4, 1953.
- Van Clute J.* Back to gross rott farming — Organie Farmer. V. 5, N 3, 1953.
- Vincent L. M.* The Nitrogen Economy of Soils. — Power Farm Australia and New Zealand. v. 63, N 6, 1954.
- Withee L. V. and MacCalla T. M.* The Effect of Stubble Mulching on the Acid Soluble and Absorbed Phosphorus in the Soil. — Soil Sci. Society America Proc., v. 18, N 3, 1954.

ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ЭРОДИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ ПРИ ВНЕСЕНИИ УДОБРЕНИЙ

Вопросы повышения продуктивности эродированных почв путем внесения удобрений в Украинской ССР разрабатываются только в последние 10—15 лет. Многолетних данных, которые были бы получены в стационарных почвозащитных севооборотах на склонах, пока, к сожалению, нет.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ЭРОДИРОВАННЫХ ПОЧВАХ

Накопленные к настоящему времени опытные данные свидетельствуют о высокой эффективности применения удобрений на эродированных почвах (Костюченко, 1938; Скородумов и др., 1961; Константинов, 1963; Клейнерман, 1963, 1964; Черемисинов, 1961, 1963, 1964; Платонов, 1964, 1967, 1971; Гутыря, 1965; Гордеев, 1966а, б; и др.).

В опытах П. А. Костюченко (1938), проведенных в колхозе «Ленинский путь» и в совхозе «Металлист» Амвросиевского района Донецкой области (табл. 1) с увеличением степени эродированности чернозема обыкновенного среднегумусного эффективность удобрений под озимую пшеницу значительно возрастила. В наибольшей мере растения реагировали на фосфор. Добавление N_{45} к P_{45} почти не дало прибавки урожая в сравнении с одними фосфорными удобрениями. Прибавка от навоза была значительно выше, чем от полного минерального удобрения.

Данные А. М. Гордеева (1966а), полученные на выщелоченных эродированных черноземах Сумской областной сельскохозяйственной опытной станции, также показывают, что прибавки урожая (озимой пшеницы) от

Таблица 1

Влияние органических и минеральных удобрений на урожай озимой пшеницы на черноземе обыкновенном среднегумусном эродированном

Вариант опыта	Урожай, ц/га	Прибавка урожая		Вариант опыта	Урожай, ц/га	Прибавка урожая				
		ц/га	%			ц/га	%			
Колхоз «Ленинский путь»										
Слабоэродированная почва, склон 2°										
Контроль (без удобрений)	18,3	—	—	Контроль (без удобрений)	19,6	—	—			
P_{45}	21,3	3,0	16,0	$N_{45}P_{45}$	22,1	2,5	12,8			
$N_{45}P_{45}$	21,6	3,6	19,6	$N_{45}P_{45}K_{45}$	25,8	6,2	31,6			
$N_{45}P_{45}K_{45}$	24,3	6,0	32,7	Навоз 20 т/га	27,0	7,4	37,8			
Среднеэродированная почва, склон 4—5°										
Контроль (без удобрений)	11,6	—	—							
P_{45}	20,6	9,0	77,6							
$N_{45}P_{45}$	20,6	9,0	77,6							
$N_{45}P_{45}K_{45}$	22,8	11,2	96,7							

Таблица 2

**Влияние органических и минеральных удобрений на урожай озимой пшеницы
(Гордеев, 1966)**

Вариант опыта	Чернозем выщелоченный слабоэродированный			Чернозем выщелоченный среднеэродированный		
	урожай, ц/га	прибавка		урожай, ц/га	прибавка	
		ц/га	%		ц/га	%
Контроль (без удобрений)	23,1	—	—	18,0	—	—
Навоз 20 т/га	26,8	3,7	16,0	23,7	5,7	31,7
То же + N ₄₅ P ₄₅ K ₃₀	38,4	15,3	66,4	34,0	16,0	89,0
То же + N ₄₅ P ₄₅	35,6	12,5	54,1	32,3	14,3	79,5
То же + N ₄₅ K ₃₀	35,3	12,2	53,0	27,2	9,2	51,1
То же + P ₄₅ K ₃₀	27,0	3,9	16,9	26,0	8,0	44,5
Навоз 10 т/га + N ₂₃ P ₂₃ K ₁₅	30,8	7,7	33,1	29,2	11,2	62,4
N ₄₅ P ₄₅ K ₃₀	31,3	8,2	35,3	27,8	9,8	54,5
N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	36,0	12,9	56,0	31,8	13,8	76,8

основного внесения удобрений с увеличением степени эродированности почвы возрастают. Наибольшие прибавки получены при совместном применении навоза и полного минерального удобрения. При раздельном их внесении NPK оказалось более эффективным, чем 20 т/га навоза (табл. 2). В этих исследованиях в первом минимуме находился азот, затем фосфор, дефицит калия был незначительным.

По данным П. А. Платонова (1967), на черноземах мощных северной пребережной лесостепи УССР азотные удобрения были более эффективными, чем фосфорные: последние дали лишь незначительную прибавку урожая озимой ржи (табл. 3). Совместное применение NP обеспечило наиболее высокие прибавки урожая.

В опытах В. Т. Пашовой (1966), Ю. К. Кудзина и В. Т. Пашовой (1967) на черноземах обыкновенных эродированных в Днепропетровской области, Л. И. Акентьевой (1966) в Луганской области внесение удобрений также обусловило существенные прибавки сельскохозяйственных культур.

В полевых опытах с удобрением основных сельскохозяйственных культур, проведенных в 1966—1969 гг. на черноземах мощных неэродированных, слабо- и среднеэродированных юго-восточной лесобережной лесостепи (колхоз «Большевик» Валковского района Харьковской области), удобрения также были весьма эффективны.

По колхозу «Большевик» в опытах с основным внесением (под пахоту) минеральных удобрений под озимую пшеницу сорта «Одесская-3» более вы-

Таблица 3

Влияние минеральных удобрений на урожайность зерна озимой ржи на черноземе сильноосмытом мощном малогумусном на склоне крутизной 8—10°, ц/га (Платонов, 1967)

Вариант опыта	1961 г.		1965 г.		Среднее за два года	
	урожай	прибавка	урожай	прибавка	урожай	прибавка
Контроль (без удобрений)	12,5	—	8,5	—	10,5	—
N ₆₀	23,9	11,4	14,6	6,1	19,2	8,7
P ₆₀	14,1	1,6	9,8	1,3	11,9	1,4
N ₆₀ P ₆₀	29,1	16,6	17,5	9,0	23,3	12,3
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	26,7	14,2	18,2	9,7	22,4	11,9
Точность опыта, %	—	5,2	—	2,12	—	—

Таблица 4

Эффективность удобрений под озимую пшеницу на черноземе мощном (среднее из четырех повторностей). Колхоз «Большевик», 1966 г.

Вариант опыта	Чернозем неэродированный			Чернозем слабозеродированный			Чернозем среднезеродированный					
	урожай, ц/га	прибавка		урожай, ц/га	прибавка		урожай, ц/га	прибавка				
		ц/га	%		ц/га	%		ц/га	%			
Контроль (без удобрений)	23,4	—	—	—	17,3	—	—	17,7	—	—		
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	25,6	2,2	9,4	2,4	22,2	4,9	28,3	5,4	26,3	8,6	48,6	9,6
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	24,9	1,5	6,4	0,8	23,3	5,9	34,1	3,3	28,2	10,5	59,3	5,8
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	27,2	3,8	12,2	1,4	24,2	6,9	39,9	2,6	29,6	11,9	67,2	4,4
Точность опыта, %				6,4			6,0				4,2	
HCP _{0,05}		4,6				3,6			3,0			

сокие прибавки урожая зерна в условиях 1965/66 сельскохозяйственного года (осадков выпало 86 % от среднего многолетнего) при одинаковых дозах минеральных удобрений получены на эродированных черноземах (табл. 4). Наибольшие прибавки зерна на 1 кг действующего вещества удобрений (5,4—9,6 кг) получены при дозах N₃₀P₃₀K₃₀. Увеличение этих доз в 2 и 3 раза повысило урожай только на 1,5—3,3 ц/га.

В условиях более благоприятного по увлажнению 1966/67 сельскохозяйственного года (осадков 126 % от среднего многолетнего) в опытах с удобрением озимой пшеницы на этих почвах в основном повторилась та же закономерность увеличения урожая зерна от одинаковых доз минеральных удобрений, что и в предыдущем году. Расширенная схема опытов позволила вычленить действие отдельных видов удобрений (табл. 5).

Таблица 5

Эффективность минеральных удобрений под озимую пшеницу на черноземе мощном (среднее из четырех повторностей). Колхоз «Большевик», 1967 г.

Вариант опыта	Неэродированный			Слабозеродированный			Среднезеродированный					
	урожай, ц/га	прибавка		урожай, ц/га	прибавка		урожай, ц/га	прибавка				
		ц/га	%		ц/га	%		ц/га	%			
Контроль (без удобрений)	25,6	—	—	—	11,9	—	—	11,7	—	—		
N ₆₀	27,3	1,7	6,6	2,8	15,5	3,6	30,3	6,0	14,6	2,9	24,8	4,8
P ₆₀	31,6	6,0	23,4	10,0	18,9	8,0	67,2	13,3	27,0	15,3	130,8	25,5
N ₆₀ P ₆₀	40,3	14,7	57,4	12,2	24,5	12,6	105,9	10,5	28,0	16,3	139,3	13,4
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	36,9	11,3	43,1	6,3	23,0	11,1	93,3	6,2	23,3	16,6	141,9	9,2
N ₃₀ P ₆₀ K ₃₀	34,5	8,9	34,8	7,4	32,4	10,5	88,2	8,8	27,1	15,4	131,6	12,8
N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀	32,8	7,2	28,1	6,0	22,5	10,6	89,1	8,8	22,6	10,9	93,2	9,1
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	35,5	9,9	38,7	11,0	21,9	10,0	84,0	11,1	21,3	9,6	82,1	10,7
N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	35,5	9,9	38,7	6,6	26,6	14,7	123,5	9,8	28,2	16,5	141,0	11,0
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	34,7	9,1	35,5	6,1	31,5	19,6	164,7	13,1	26,1	14,4	123,1	9,6
Точность опыта, %			5,8				3,6				5,8	
HCP _{0,05}		5,4				2,2			2,0			

Таблица 6

Действие минеральных удобрений на урожай сахарной свеклы, ц/га. Колхоз «Большевик», 1968 г.

Вариант опыта	Чернозем неэроди- рованный			Чернозем слабоэро- дированный			Чернозем среднеэро- дированный					
	Урожай, ц/га	прибавка		Урожай, ц/га	прибавка		Урожай, ц/га	прибавка				
		ц/га	%		ц/га	%		ц/га	%			
Контроль (без удобрений)	272	—	—	—	267	—	—	225	—	—		
N ₆₀	280	8	2,9	13,3	293	26	9,7	43,8	251	26	11,6	43,3
P ₆₀	306	34	12,5	56,7	323	56	21,0	93,3	262	37	16,4	61,7
N ₆₀ P ₆₀	331	59	21,7	49,2	310	43	16,1	35,8	284	59	23,1	49,2
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	336	64	23,5	35,6	320	53	19,8	29,4	287	62	24,3	34,4
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	336	64	23,5	30,5	333	66	24,7	31,4	292	67	26,7	31,9
N ₆₀ P ₉₀ K ₆₀	339	67	24,6	31,9	330	63	23,4	30,0	297	72	28,2	34,3
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	319	47	17,3	22,4	332	65	24,3	30,9	292	67	26,3	31,9
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	341	69	25,4	25,5	345	78	29,2	28,9	317	92	36,1	31,1
Точность опыта, %			2,3			2,7					2,3	
HCP _{0,05}		20,6			24,2					17,8		

Внесение отдельно 60 кг/га азота дало математически достоверную прибавку только на эродированных почвах. Отдельно внесенный фосфор в дозе 60 мг/га P₂O₅ оказался наиболее эффективным как на неэродированном, так и на эродированных черноземах. Наибольшие прибавки урожая на всех почвенных разностях получены от N₆₀P₆₀. Калийные удобрения во всех испытанных дозах дали эффект лишь на фоне азота и фосфора.

Опыты 1966/67 г. показали, что основное внесение удобрений под озимую пшеницу на эродированных черноземах обеспечивает получение больших прибавок урожая по сравнению с неэродированными, увеличивая их продуктивность до уровня неэродированных в различные по увлажнению годы.

На этих же почвах в 1967/68 сельскохозяйственном году были проведены опыты с удобрением сахарной свеклы сорта «Ялтушковская одноростковая» (предшественник — озимая пшеница). Минеральные удобрения вносились под глубокую вспашку на зябь.

По агрометеорологическим особенностям 1967/68 г. для выращивания сахарной свеклы был средним: за год выпало 431 мм осадков, или 68% от среднемноголетней нормы. Дождливая осень и теплая зима с частыми оттепелями обусловили накопление значительных запасов почвенной влаги к весне. Засушливая весна, когда за апрель — июнь выпало всего 36 мм осадков (при норме 156 мм), несколько повлияла на рост сахарной свеклы. Однако июльские затяжные дожди исправили положение и позволили получить хорошие урожаи свеклы, а теплые и солнечные август и первая половина сентября способствовали накоплению сахара в корнях.

Удобрения дали математически достоверные прибавки урожая на всех почвенных разностях, причем на эродированных почвах получены большие прибавки корней при одинаковых дозах и соотношениях (табл. 6). Более высокие прибавки урожая корней на 1 кг действующего вещества получены от суперфосфата, и наибольшие урожаи корней — от полного минерального удобрения в дозах N₉₀P₉₀K₉₀. Увеличение доз NPK с 60 до 90 кг/га дало достоверную прибавку только на эродированных черноземах.

Необходимо отметить, что снижение урожая корней сахарной свеклы с увеличением эродированности происходило не пропорционально. Так, на-

Таблица 7

Влияние минеральных удобрений на сахаристость и сбор сахара, ц/га, в опытах с удобрением сахарной свеклы. Колхоз «Большевик», 1968 г.

Вариант опыта	Чернозем неэродированный		Чернозем слабоэрорированый		Чернозем среднеэрорированый	
	сахаристость, %	сбор сахара, ц/га	сахаристость, %	сбор сахара, ц/га	сахаристость, %	сбор сахара, ц/га
Контроль (без удобрений)	18,7	50,9	18,7	49,9	16,0	36,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	19,0	63,8	16,4	52,6	16,5	47,4
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	17,2	58,6	17,0	58,6	17,9	56,7

черноземе слабоэрорированном урожай снизился только на 5 ц/га, а на среднеэрорированном — на 47 ц/га, или на 17% по сравнению с неэродированной почвой.

Минеральные удобрения не только увеличивали урожай корней сахарной свеклы, но также изменяли качество и структуру урожая (табл. 7, 9). На черноземах неэродированном и слабоэрорированном под влиянием удобрений несколько снижалась сахаристость корней, а на черноземе среднеэрорированном сахаристость увеличивалась почти на 2%. Однако применение удобрений значительно повысило сбор сахара на всех почвенных разностях за счет увеличения урожая (табл. 7). Особенно большие прибавки сахара были получены на черноземе мощном среднеэрорированном — больше 20 ц/га.

Минеральные удобрения в большей степени повышают урожай ботвы на эродированных почвах по сравнению с неэродированными. Наибольшие прибавки получены от азотных удобрений; меньше всего увеличивался прирост ботвы от фосфорных удобрений (табл. 8).

Отношение урожая корней к урожаю ботвы на эродированных почвах меньше, чем на неэродированных (табл. 9).

В 1969 г. в колхозе «Большевик» проводились опыты с удобрением кукурузы на силос. По годовому количеству выпавших осадков 1968/69 сельскохозяйственный год можно считать засушливым. Запасы продуктивной влаги весной были в 2—2,5 раза меньшими, чем в предыдущие годы. К моменту посева кукурузы глубина промачивания почвы не превышала 50—60 см.

Таблица 8

**Средняя урожайность ботвы сахарной свеклы на черноземе мощном, ц/га.
Колхоз «Большевик», 1968 г.**

Вариант опыта	Незеродированный		Слабоэрорированый		Среднеэрорированый	
	урожай	прибавка	урожай	прибавка	урожай	прибавка
Контроль	130	—	155	—	139	—
N ₆₀	140	10	191	36	177	38
P ₆₀	132	2	183	28	160	21
N ₆₀ P ₆₀	151	21	189	34	184	45
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	153	23	189	34	176	37
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	156	26	195	40	178	39
N ₆₀ P ₉₀ K ₆₀	164	34	199	44	193	54
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	158	28	198	43	195	56
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	162	32	207	52	200	61
Точность опыта, %	3,7		2,8		4,0	
HCP _{0,05}	15,5		15,0		21,4	

Таблица 9

Урожай абсолютно сухого вещества в корнях и ботве сахарной свеклы, ц/га

Вариант опыта	Нез родированный			Слабоэродированный			Среднеэродированный		
	корни	ботва	отноше- ние	корни	ботва	отноше- ние	корни	ботва	отноше- ние
Контроль (без удобрений)	65,9	26,8	2,5	62,9	40,7	1,5	50,3	30,2	1,7
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	80,0	33,8	2,4	73,2	37,5	1,9	64,2	43,8	1,5
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	73,9	30,6	2,4	76,6	43,8	1,7	72,0	43,7	1,6

Однако весной и летом прошли затяжные дожди, количество осадков по месяцам было в пределах многолетней нормы.

В сложившихся условиях увлажнения кукуруза хорошо отзывалась на удобрения, особенно на эродированных черноземах (табл. 10). Азотные удобрения в дозе N₈₀ на эродированных почвах дали в 3—4 раза большую прибавку урожая, чем на неэродированных. Отдельно внесенный фосфор также существенно увеличил урожай на всех почвенных разностях. По сравнению с азотом фосфор оказался более эффективным на неэродированном черноземе и менее эффективным — на среднеэродированном. Совместное внесение NPK по 90 кг/га повысило урожай на эродированных черноземах на 41—52 %, в то время как на неэродированном на 22,5 %.

Таким образом, на основании четырехлетних исследований с достаточной уверенностью можно сказать, что в левобережной лесостепи минеральные удобрения более эффективны на эродированных мощных черноземах северных экспозиций по сравнению с неэродированными почвами плато. В повышении урожая основной сельскохозяйственной продукции на всех почвенных разностях мощного чернозема первое место принадлежит фосфорным удобрениям, второе — азотным. При получении побочной продукции (вегетативной массы) — наоборот. Калийные удобрения незначительно увеличивают урожай только на фоне повышенных доз азотно-фосфорных удобрений.

Таблица 10

Действие минеральных удобрений на урожай зеленой массы кукурузы сорта «Буковинская-3» на черноземных почвах. Колхоз «Большевик», 1969 г.

Вариант опыта	Неэродированный			Слабоэродированный			Среднеэродированный		
	урожай, ц/га	прибавка		урожай, ц/га	прибавка		урожай, ц/га	прибавка	
		ц/га	%		ц/га	%		ц/га	%
Контроль (без удобрений)	222	—	—	—	173	—	—	144	—
N ₆₀	242	20	9,0	33,3	204	31	17,9	51,7	189
P ₆₀	251	29	13,1	48,3	205	32	18,5	53,3	183
N ₆₀ P ₆₀	257	35	15,8	29,2	212	39	22,5	32,5	197
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	243	21	9,4	11,7	212	39	22,5	21,7	187
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	262	40	18,0	19,0	234	61	35,3	29,0	209
N ₆₀ P ₉₀ K ₆₀	264	42	18,9	20,0	230	57	32,9	27,1	190
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	246	24	10,8	11,4	213	40	23,1	19,0	191
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	272	50	22,5	18,5	244	71	41,0	26,3	219
Точность опыта, %			1,5			2,0			
HCP _{0,05}	10,4			11,8			10,8		

В засушливых условиях центральной степи УССР (Донецкая область) применение удобрений на эродированных почвах также показало более высокую эффективность по сравнению с неэродированными при основном внесении под зяблевую вспашку (табл. 11).

На землях Константиновского района Донецкой области нами проведен опыт по изучению влияния ранневесенних подкормок озимой пшеницы на величину урожая на почвах разной степени эродированности. Почва — чернозем обыкновенный неэродированный, слабо- и среднеэродированный; предшественник — кукуруза, убираемая в молочно-восковой спелости.

Урожайность озимой пшеницы и прибавки от ранневесенней подкормки в этом опыте в значительной степени зависели от влагообеспеченности (табл. 12). Так, подкормка в дозе 80 кг аммиачной селитры на гектар дала на неэродированной почве прибавку урожая во влажном 1964 г. 5,5 ц/га, в средние по увлажнению 1965 и 1966 гг. — 1,4 и 1,0 ц/га. Соответственно на слабоэродированной почве те же нормы удобрений дали прибавку 8,4; 2,3; 2,8 ц/га, а на среднеэродированной — 7,1; 2,1; 0,7 ц/га. Примерно такие же прибавки озимой пшеницы дало внесение 1,6 ц/га суперфосфата. Фосфор и азот в весеннеей подкормке озимой пшеницы оказались равнозначными. Совместное применение азотно-фосфорной подкормки еще больше повысило прибавки урожая. Однако они были ниже, чем сумма прибавок, полученных при раздельном внесении. С увеличением степени эродированности почвы эффективность совместного внесения азотно-фосфорных удобрений по сравнению с раздельным повышается.

Гипс в смеси с фосфорными удобрениями практически не дал прибавки урожая по сравнению с удобрением одним фосфором. Самостоятельное же применение гипса как удобрения дало достоверную прибавку урожая на почвах всех степеней эродированности, причем на эродированных почвах прибавка была значительно выше, чем на неэродированных.

Из данных табл. 12 также видно, что при раздельном внесении азотных и фосфорных удобрений более высокие прибавки урожая были получены на слабоэродированных почвах, несколько ниже — на среднеэродированных почвах, самые низкие — на неэродированных.

При совместном внесении азотных и фосфорных удобрений выявлена та же закономерность, причем в этом случае среднеэродированные почвы дали почти такой же урожай, как и слабоэродированные (в пределах точности опыта).

Таким образом, при ранневесенней подкормке озимой пшеницы при одинаковых нормах внесения удобрений на эродированных почвах были получены большие прибавки урожая, чем на неэродированных.

Большие прибавки от ранневесенней подкормки в засушливых условиях Донбасса получены только во влажные годы. В средние по увлажнению годы сохраняется такая же закономерность на почвах разной степени эродированности, как и во влажные годы, но прибавки невысокие. Меньшие прибавки получаются при позднем внесении подкормок в связи с частой засушливостью весеннего периода.

В 1964 г. в колхозе им. ХХ съезда КПСС на том же поле, где проводился мелкоделяночный опыт с подкормкой озимой пшеницы, был заложен производственный опыт с основным внесением удобрений под предпосевную культивацию. Данные табл. 13 показывают, что в средний по увлажнению год при основном внесении были получены более высокие абсолютные прибавки урожая, чем при ранневесенней подкормке. Однако в пересчете на центнер внесенных удобрений наибольшие прибавки урожая получены при ранневесенней подкормке. Здесь сохраняется такая же закономерность, что и в опыте с ранневесенними подкормками (Константинов, 1959, 1961, 1962; Ремезюк, 1965; Smith, 1950; Peterson, 1964, и др.).

Таблица 11

Эффективность удобрений на черноземе обыкновенном в стационарном опыте Донецкой областной сельскохозяйственной опытной станции за 1965—1968 гг., $\text{q}/\text{га}$ кормовых единиц (данные Л. Я. Мильчевской)

Вариант опыта	Неродированный				Сильнородированный			
	1965 г.	1966 г.	1967 г.	1968 г.	1965 г.	1966 г.	1967 г.	1968 г.
Контроль (без удобрений)	39,0	39,9	21,7	19,0	29,8	—	30,4	21,9
N ₄₅	38,2	40,8	22,3	19,4	30,1	0,3	32,8	22,7
P ₆₀	42,8	41,7	24,7	19,6	32,2	2,4	35,6	23,7
N ₄₅ P ₆₀	43,0	43,3	26,0	20,2	32,9	3,1	36,0	24,3
N ₄₅ P ₆₀ K ₄₅	43,0	49,8	25,8	20,0	32,9	3,1	36,8	25,4
Навоз 20 $\text{m}^3/\text{га}$	42,8	44,4	25,7	19,9	33,2	3,4	36,8	26,7
Навоз 20 $\text{m}^3/\text{га}$ + + N ₄₅ P ₆₀ K ₄₅	44,4	45,4	26,4	20,6	34,2	4,4	38,0	27,0

Приимечание: На участке применялся почвозащитный севооборот во времени: 1966 г.—кукуруза на зеленый корм; 1967 г.—яровой ячмень; 1968 г.—яровая пшеница с подсевом эспарцета, 1968 г.—злак рисет. Удобрения были внесены в одинаковых дозах в 1964 и 1966 гг. под зябл., согласно схеме.

Урожай озимой пшеницы «Мироновская-808» в опыте с ранневесенними подкормками за 1964—1966 гг.

Вариант опыта	Чернозем обыкновенный				Чернозем обыкновенный слабородиционный				Чернозем обыкновенный среднеродиционный							
	1964 г.	1965 г.	1966 г.	урожай, $\text{q}/\text{га}$	прибавка	1964 г.	1965 г.	1966 г.	урожай, $\text{q}/\text{га}$	прибавка	1964 г.	1965 г.	1966 г.	урожай, $\text{q}/\text{га}$	прибавка	
Контроль (без удобрений)	32,2	22,2	25,9	26,7	—	29,8	21,1	23,7	24,9	—	29,6	20,3	17,0	22,3	—	
N ₂₅	37,7	23,6	26,9	29,4	2,7	10,1	38,2	23,4	26,5	29,4	18,1	36,7	22,4	17,7	25,6	
P ₃₀	37,3	23,5	27,5	29,5	2,8	10,5	39,4	23,5	25,9	29,6	4,7	38,9	21,7	17,9	25,5	
N ₂₅ P ₃₀	38,1	24,3	28,7	30,4	3,7	13,8	40,1	23,9	26,8	30,3	5,4	21,7	39,8	23,2	19,2	27,4
Гипс 3 $\text{q}/\text{га}$	35,8	22,3	26,8	28,3	1,6	6,0	36,6	21,6	24,5	27,6	2,7	10,8	35,8	21,1	17,4	24,8
P ₃₀ + гипс 3 $\text{q}/\text{га}$	37,7	23,5	28,0	29,7	3,0	11,2	29,0	23,0	25,7	29,5	4,6	18,5	38,0	22,1	18,9	26,3
Ошибка опыта, %	0,87	1,4	0,85	—	0,62	—	2,7	0,7	1,3	—	1,02	—	7,6	1,4	0,55	—
HCP _{0,05}	2,1	2,5	2,0	—	1,3	—	7,6	0,9	2,7	—	2,7	—	7,2	0,9	—	7,2

Таблица 12

Таблица 13

Урожай озимой пшеницы «Мироновская-808» в производственном опыте с основным внесением удобрений. Колхоз им. XX съезда КПСС, 1965 г.

Вариант опыта	Чернозем обыкновенный			Чернозем обыкновенный слабоэродированный		
	урожай, ц/га	прибавка		урожай, ц/га	прибавка	
		ц/га	%		ц/га	%
Контроль (без удобрений)	25,5	—	—	20,6	—	—
$N_{60}K_{60}$	28,3	2,8	10,0	24,3	3,7	18,0
$N_{60}P_{30}K_{60}$	30,2	4,7	18,5	27,4	6,8	33,0
$N_{60}P_{60}K_{60}$	31,3	5,8	22,8	28,2	7,6	36,9
$N_{60}P_{90}K_{60}$	31,0	5,5	21,6	29,3	8,7	42,2

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОТИВОЭРОЗИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЗАДЕРЖАНИЮ ВЛАГИ И ПРИМЕНЕНИЮ УДОБРЕНИЙ

Многочисленными опытами установлено, что удобрения дают большую прибавку урожая при лучшем обеспечении влагой. В степных районах в связи с частыми засухами большое значение имеет применение удобрений на эродированных почвах в комплексе с мероприятиями по задержанию влаги на полях.

Однако вопрос о совместном применении удобрений и мероприятий по задержанию влаги в научной литературе освещен очень слабо. Для Украины известны лишь работы Я. З. Клейнермана (1963) и П. А. Платонова (1967, 1971), которые изучили эффективность совместного применения противоэрозионной обработки и удобрений на смытых черноземах левобережной степи, правобережной северной лесостепи УССР. В их опытах совместное применение дало значительно большую прибавку урожая озимой пшеницы, кукурузы и гороха, чем суммарная прибавка отдельного применения удобрений и мероприятий по задержанию влаги.

По данным Я. З. Клейнермана (1963), в опытах Запорожской областной сельскохозяйственной опытной станции совместное применение органических и минеральных удобрений и агротехнических приемов по задержанию влаги дало прибавку урожая озимой пшеницы, равную 11,7 ц/га (табл. 14). Применение 15 т/га навоза на фоне противоэрозионной агротехники дало прибавку в 4,9 ц/га зерна.

По четырехлетним данным П. А. Платонова (1967), совместное внесение 20 т/га навоза + $(NPK)_{60}$ и прерывистое бороздование зяби дали прибавку зерна кукурузы, равную 20,8 ц/га.

Таблица 14

Урожай озимой пшеницы и содержание белка в зерне в зависимости от агротехнических приемов (Клейнерман, 1963)

Вариант опыта	Урожай, ц/га	Прибавка		Содержание, %	
		ц/га	%	азота	белка
Вспашка плугом с отвалом	30,7	—	—	1,99	14,6
То же, с обвалованием	33,2	2,5	8,1	—	—
То же, с обвалованием и внесением навоза 15 т/га	35,6	4,9	15,9	2,14	15,9
То же, с обвалованием и внесением $N_{30}P_{45}K_{30}$ и навоза 15 т/га	42,4	11,7	37,9	2,11	15,7
Вспашка плугом без отвала и без удобрения	32,4	1,9	6,2	—	—

**Урожай подсолнечника «Армавирский 34-97» в опыте с различными приемами обработки
(средние данные)**

Вариант опыта	Чернозем обыкновенный, уклон 0—1°				
	урожай				прибавка
	1966 г.	1967 г.	1968 г.	средний	
Выровненная зябь	21,8	21,2	21,1	21,4	—
То же + N ₄₅ P ₆₀ K ₄₅	24,0	23,3	22,4	23,2	1,8
Вспашка поперек склона	23,3	23,0	22,6	23,0	1,6
То же + N ₄₅ P ₆₀ K ₄₅	24,5	24,6	24,3	24,5	3,1
Лукованная зябь	24,1	24,0	23,5	23,9	2,5
То же + N ₄₅ P ₆₀ K ₄₅	25,7	25,5	25,2	25,5	4,1
Ошибка опыта, %	1,34	1,27	1,46	—	1,34
NCP _{0,05}	2,7	2,4	2,9	—	2,7

В Константиновском районе Донецкой области в 1965 г. нами заложен полустационарный опыт по изучению эффективности совместного применения различных агротехнических приемов и полного минерального удобрения (N₄₅P₆₀K₄₅), вносимого под предпосевную культивацию. Данные об эффективности удобрений в повышении урожайности подсолнечника на различных агротехнических фонах приведены в табл. 15.

Из данных таблицы видно, что чем более эродирована почва и чем сильнее возрастает уклон местности, тем значительнее эффективность совместного применения удобрений и мероприятий по задержанию влаги.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что внесение органических и минеральных удобрений на эродированных почвах является одним из важных факторов повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Прибавки урожая на центнер внесенных удобрений на эродированных почвах значительно выше, чем на неэродированных.

Эродированные почвы Украинской ССР имеют зональные различия по отзывчивости на разные виды минеральных удобрений. В северной лесостепи в первом минимуме находится азот, эффективность фосфора более низкая, а калия — незначительная. В южной лесостепи эффективность азота и фосфора равнозначна, калия — незначительная. В степной зоне, в том числе и в Донбассе, в первом минимуме находится фосфор, эффективность азота значительно ниже, калия — незначительна.

Проведенные в Донбассе опыты показали, что эродированные почвы в первую очередь нуждаются в фосфорных удобрениях. Потребность их в азотных удобрениях значительно ниже, причем их эффективность проявляется преимущественно на фоне фосфорных удобрений. Потребность в азотных удобрениях возрастает с увеличением степени эродированности почв. Наибольшая потребность в азотных удобрениях проявляется в ранневесенний период, когда в переувлажненной почве подавлена жизнедеятельность нитрифицирующих бактерий. Этим объясняется равнозначность азотных и фосфорных удобрений при применении их в ранневесенней подкормке озимой пшеницы. Потребность в калийных удобрениях незначительная и возникает лишь на фоне фосфорных и азотных удобрений на средне- и сильноэродированных почвах.

Более высокие прибавки урожая на эродированных почвах (от одинаковых доз удобрений) по сравнению с неэродированными свидетельствуют о необходимости повышения этих доз с увеличением степени эродированности.

Значительное повышение доз удобрений на слабоэродированных почвах во влажные годы может вызвать полегание зерновых колосовых культур.

Таблица 15

зяби, ц/га. Колхоз им. XX съезда КПСС Константиновского района Донецкой области за 1966—1968 гг.)

Чернозем обыкновенный слабоэродированный, уклон 1—3°					Чернозем обыкновенный среднеэродированный, уклон 3—4°				
урожай				прибавка	урожай				при- бавка
1966 г.	1967 г.	1968 г.	средний		1966 г.	1967 г.	1968 г.	средний	
19,9	20,4	20,6	20,3	—	18,0	18,9	18,5	18,5	—
22,6	21,2	21,5	21,8	1,5	19,3	20,5	20,2	20,0	1,5
20,3	21,9	21,8	21,3	1,0	18,6	20,2	19,5	19,4	0,9
22,5	23,5	22,8	22,9	2,6	20,2	22,3	22,0	21,5	3,0
21,8	22,5	22,4	22,2	1,9	19,6	21,4	20,5	20,5	2,0
24,1	24,4	23,9	24,1	3,8	22,3	23,1	22,7	22,7	4,2
1,92	2,42	1,58	—	2,00	3,25	0,5	2,81	—	2,49
3,5	4,6	2,9	—	3,8	5,4	0,9	4,9	—	4,2

Эффективность удобрений в повышении урожайности сельскохозяйственных культур и защите почв от эрозии значительно возрастает при применении их в комплексе с мероприятиями по задержанию влаги. В связи с этим под зерновые колосовые на слабоэродированных почвах следует применять нормы удобрений, рекомендуемые агроминимумом для неэродированных почв. На среднеэродированных нормы удобрений нужно повышать на 20 % и на сильноэродированных — на 30 % в сравнении с неэродированными почвами.

Для пропашных культур, опасность полегания которых исключается, нормы удобрений на слабо- и среднеэродированных почвах можно повысить на 20 % и для сильноэродированных — на 30 % в сравнении с неэродированными.

ЛИТЕРАТУРА

- Акентьева Л. И. Удобрение кукурузы на эродированных почвах Луганской области. — В сб. «Научные основы рационального использования почв черноземной зоны СССР и пути повышения их плодородия», вып. 2. Изд-во Воронежск. гос. ун-та, 1966.
- Веретельников В. П. Действие удобрений на урожай и качество продукции озимой пшеницы на темно-серой оподзоленной почве различной степени смытости в условиях левобережной лесостепи УССР. Автореф. канд. дисс. Харьков, 1971.
- Виноградов П. М. Агрохимическая характеристика эродированных черноземов левобережья УССР и эффективность применения удобрений на этих почвах. Автореф. канд. дисс. Харьков, 1971.
- Гордеев А. М. Применение удобрений под озимую пшеницу на эродированных почвах. — Сб. аспирантских работ по применению удобрений и агропочвоведению. Труды ВИУА, вып. 44. М., 1966а.
- Гордеев А. М. Эффективность и особенности применения удобрений на эродированных черноземах левобережной лесостепи УССР. Автореф. канд. дисс. М., 1966б.
- Гутыря С. Т. Эффективность органических и минеральных удобрений на эродированных оподзоленных почвах западной Лесостепи Украинской ССР. Автореф. канд. дисс. Львов, 1965.
- Захаров С. А. Плодородие глубоких горизонтов почв черноземной и каштановой зон, особенно Северного Кавказа и Дона. — Уч. зап. Ростовск. гос. ун-та, т. 11, вып. 4, 1946.
- Захарова В. И. Влияние почвообразующих пород на микробиологические процессы в почвах Донбасса. — В сб. «Пути повышения плодородия почв Украины». Харьков, 1963.
- Захарова В. И. К вопросу о биологической активности и агрохимических свойствах почв. — В сб. «Плодородие и агрохимические свойства почв Украины». Харьков, 1965а.
- Захарова В. И. Микрофлора черноземов Донбасса и ее изменение под влиянием удобрений. Автореф. канд. дисс. Харьков, 1965б.

- Клейнерман Я. З.* Водная эрозия почв в Запорожской области и борьба с ней.— В сб. «Повышение плодородия эродированных почв». Киев, Госсельхозиздат, 1963.
- Клейнерман Я. З.* Удобрение на эродированных почвах.— Земледелие, 1964, № 7.
- Константинов И. С.* Удобрения на эродированных склонах.— В сб. «Меры борьбы с эрозией почв в Молдавии». Кишинев, 1959.
- Константинов И. С.* Применение удобрений под озимую пшеницу на смытых почвах.— В сб. «Вопросы эрозии и повышения продуктивности склоновых земель Молдавии», т. 1. Кишинев, 1961.
- Константинов И. С.* Эффективность удобрений на эродированных черноземах и некоторые приемы защиты почвы от эрозии в Молдавии. Автореф. канд. дисс. Кишинев, 1962.
- Константинов И. С.* Применение удобрений на смытых почвах. Кишинев, «Карта Молдовскэс», 1963.
- Костюченко П. А.* Агротехнику на борьбу с эрозией грунтів.— Зернове господарство, 1938, № 11—12.
- Кудзин Ю. К., Пашова В. Т.* Забезпеченість еродованих звичайних чорноземів елементами живлення рослин.— Вісник с.-г. науки, 1967, № 8.
- Пашова В. Т.* Агрохимическая характеристика эродированных черноземов на примере почв Днепропетровской области. Автореф. канд. дисс. Днепропетровск, 1966.
- Платонов П. О.* Плив протиерозійної оранки на ефективність добрів під горох.— Зб. «Добрива та агротехніка» (УНДІ землеробства). Київ, 1964.
- Платонов П. А.* Эффективность противоэрзионной обработки и удобрений на смытых черноземах правобережной лесостепи УССР. Автореф. канд. дисс. Киев, 1967.
- Платонов П. О.* Застосування добрив на еродованих грунтах схилів Київ, «Урожай», 1971.
- Попов Ф. А., Дмитренко П. А.* К вопросу об изучении плодородия пахотного горизонта черноземов Украинской ССР.— Труды по агропочеведению, агротехнике, удобрению, селекции и семеноводству сельскохозяйственных культур, т. VI. Киев — Харьков, Сельхозгиз УССР, 1951.
- Ремезюк И.* Об эффективности удобрений на склонах.— Колхозно-совхозное производство Молдавии, 1965, № 12.
- Скородумов О. С., Пастушенко В. О. и Дунаевский В. Н.* Ерозія ґрунтів і боротьба з нею. УАСГН, 1961.
- Черемисинов Г. А.* Эффективность удобрений в зависимости от рельефа и почвенно-эрзионных процессов в Левобережной Лесостепи Украины.— Труды Полтавск. с.-х. ин-та, т. IX, 1961.
- Черемисинов Г. А.* Рациональное использование удобрений на эродированных почвах.— Вестник с.-х. науки, 1963, № 11.
- Черемисинов Г. А.* Применение удобрений на эродированных почвах.— В сб. «Задача почв от эрозии». М., «Колос», 1964.
- Шикула Н. К. и Мильчевская Л. Я.* Разработка мер борьбы с эрозией и повышение плодородия эродированных почв Донецкой области.— Инф. сб. «Агролесомелиоративные исследования в СССР и европейских социалистических странах за 1965 г.», вып. 51. Волгоград, изд-во ВНИАЛМИ, 1966.
- Шикула Н. К. и Мильчевская Л. Я.* Разработка мер борьбы с эрозией и повышение плодородия эродированных почв Донецкой области.— В сб. «Агролесомелиоративные исследования в СССР», вып. 8 (52). Волгоград, изд-во ВНИАЛМИ, 1967.
- Peterson J. B.* The relation of soil fertility to soil erosion.— J. of Soil and Water Conserv., v. 19, № 1, 1964.
- Smith D. D.* Soil and water losses reduced by fertility.— «Soil Conservation», v. 15, № 11, 1950.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие (Н. К. Крупский)	3
УКРАИНСКАЯ ССР	
Почвенный покров УССР и его использование (Н. К. Крупский)	5
Агрохимические свойства почв по данным крупномасштабного почвенного обследования (Н. К. Крупский, В. П. Кузьмичев, Р. Г. Деревянко)	21
Агрохимические свойства почв Украины и эффективность удобрений (Н. К. Крупский, П. П. Левенец, Б. С. Носко)	42
Влияние сельскохозяйственной культуры на агрохимические свойства чернозема мощного (А. М. Гринченко, Г. Я. Чесняк, О. А. Чесняк)	60
Эффективное плодородие почв (В. П. Кузьмичев)	72
Удобрения и динамика урожайности в производственных условиях (В. П. Кузьмичев)	80
Биохимические свойства основных типов почв Украины (В. И. Канивец, А. Д. Михновская, О. А. Мамченко)	92
Содержание микроэлементов в почвах УССР (Н. К. Крупский, А. М. Александрова)	107
ПОЛЕСЬЕ УКРАИНСКОЙ ССР	
Агрохимическая характеристика почв Полесья (В. Л. Гаврилов)	125
Эффективность органических и минеральных удобрений на основных типах почв Полесья (А. М. Вышинский, О. Ф. Артюшенко)	137
Агрохимические свойства торфяных почв Полесья и лесостепи и эффективность минеральных удобрений (С. Т. Вознюк, Р. С. Трускавецкий)	143
ЛЕСОСТЕПЬ УКРАИНСКОЙ ССР	
Агрохимическая характеристика черноземов мощных (П. П. Левенец, С. М. Кукоба)	165
Агрохимическая характеристика реградированных черноземов (Е. П. Юрко)	172
Эффективность основного минерального удобрения и навоза при внесении под ведущие культуры в лесостепи (А. В. Лазурский, В. Н. Лебединская)	182
Эффективность удобрений при орошении (П. А. Дмитренко, С. М. Гуревич, Н. К. Боронин, А. С. Масельский, А. Т. Тарапико)	196
Система удобрений в севооборотах лесостепной зоны (Н. К. Крупская, А. Я. Бука)	207
СТЕПЬ УКРАИНСКОЙ ССР	
Агрохимическая характеристика черноземов и каштановых почв степи (В. Д. Кисель, Г. М. Кривоносова)	227
Эффективность органических и минеральных удобрений на черноземах степной зоны (И. К. Артиков, Г. В. Рябушко, Г. Г. Дуда, В. В. Турчин, И. Ф. Буряк, Н. Г. Лютый)	247
Агрохимическая характеристика почв Крыма (В. С. Апатов, Р. П. Пенясов)	269
Система удобрений в севооборотах Крыма (А. А. Сербин)	286
Удобрение сельскохозяйственных культур при орошении (И. М. Попова)	293
Изменение агрохимических свойств почв под влиянием эрозии (на примере Донбасса) (Н. К. Шикула)	316
Повышение продуктивности эродированных земель при внесении удобрений (Н. К. Крупский, Н. К. Шикула, П. М. Виноградов, Л. Я. Мильчевская, М. Т. Онуфриенко)	331

**Агрохимическая характеристика почв СССР
Украинская ССР**

*Утверждено к печати Почвенным институтом
им. В. В. Докучаева*

Редактор издательства *М. Е. Анцелович*
Технические редакторы *В. А. Григорьева и В. И. Зудина*

Сдано в набор 5/IV 1973 г. Подписано к печати 4/VII 1973 г. Формат 70×108^{1/16}
Усл. печ. л. 32,2. Уч.-изд. л. 34,7. Тираж 1500. Т-11315
Тип. зак. 2777. Бумага № 1.
Цена 3 р. 80 к.

Издательство «Наука». 103717 ГСП, Москва, К-62, Подсосенский пер., д. 21
Набрано в Чеховском полиграфкомбинате Главполиграфпрома Комитета по печати
при Совете Министров СССР.
г. Чехов, Московской области

·Отпечатано во 2-й типографии издательства «Наука». 121099, Москва, Г-99, Шубинский пер., 10