



И. П. Минина

# ЛУГОВЫЕ ТРАВОСМЕСИ



**И. П. Минина**

# **ЛУГОВЫЕ ТРАВОСМЕСИ**



Москва ● «Колос» ● 1972

**Луговые травосмеси. Минина И. П. 1972 г. 288 с.**

В книге приведена характеристика основных растений лугового травосеяния и их агрохозяйственная оценка. Даны принципы подбора травосмесей, рекомендованы примерные смеси для различных природно-хозяйственных зон. Особое место отведено агротехническим приемам поддержания высокой продуктивности и оптимального ботанического состава долголетних пастбищ и сенокосов.

*К 50-летию создания Государственного лугового института, ныне отдела сенокосов и пастбищ Всесоюзного научно-исследовательского института кормов имени В. Р. Вильямса.*

*И. П. Минина*

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Директивами XXIV съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1971—1975 гг. предусмотрено обеспечить дальнейшее развитие животноводства на основе осуществления в каждом хозяйстве системы эффективных мер по укреплению кормовой базы, улучшению породности скота и птицы и повышению их продуктивности при одновременном росте поголовья.

Предстоит создать высокопродуктивные сенокосы и пастбища на площади 13,43 млн. га, в том числе не менее 8 млн. га с коренным их улучшением; огороженные культурные пастбища — на 4,5 млн. га, из них 0,7 млн. га с орошением. За годы пятилетки за счет государственного бюджета в эксплуатацию будет введено 5 млн. га осушенных земель, из них 3 млн. га с закрытым дренажем. Культуртехнические работы на землях, не требующих осушения, намечены на 9,5 млн. га. Значительный объем работ по улучшению лугов и пастбищ, осушению и орошению выполняют колхозы за счет собственных средств.

Новый этап развития животноводства на промышленной основе выдвигает неотложную задачу интенсификации лугопастбищного хозяйства в стране. Культурные пастбища во многих районах Советского Союза служат основным средством снижения себестоимости продуктов животноводства и крупным источником дохода для хозяйств.

на в летний период. Огромные материальные ресурсы, направляемые государством и колхозами на создание культурных лугов и пастбищ, должны быть использованы с максимальной экономической отдачей. Это требует применения наиболее совершенной агротехники, наиболее эффективного использования каждого килограмма высеваемых семян, каждого килограмма удобрений.)

В настоящей работе освещены научные основы и передовая практика колхозов и совхозов в луговом травосеянии, обобщены материалы, накопившиеся преимущественно за последние 10—15 лет. В книге использованы также результаты многолетних исследований автора с сотрудниками и аспирантами. В порядке сопоставления кратко изложено состояние рассматриваемых вопросов и за рубежом.

## КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ЛУГОВОГО ТРАВΟΣЕЯНИЯ В СССР

---

Развитию лугового травосеяния в России предшествовал практический опыт полевого травосеяния второй половины XIX века ряда помещичьих имений. В то же время истоком возделывания важнейших кормовых трав был народный опыт. Так, тимopheевку луговую крестьяне северных губерний России (Вологодская, Олонецкая, Архангельская) высевали еще в XVII веке при подсечной (огневой) системе земледелия.

Вторую ценную кормовую траву — клевер красный — возделывают в нашей стране тоже свыше 200 лет. На основе дикорастущих форм созданы так называемые стародавние сорта-популяции — ярославские, вятские, пермские, тверские, а позднее в Сибири бийские, тарские, приенисейские и др.

Древнейшая культура люцерны, известная в Европе почти за 500 лет до нашей эры, завезена из Индии во времена персидской войны в Грецию и Рим. В Средней Азии на орошаемых землях возделывают люцерну синюю (посевную) свыше 3000 лет. Среднеазиатская (туркестанская) люцерна распространилась с конца прошлого столетия на Украине и смежных с ней областях наряду с завозимой из европейских стран французской люцерной. После Великой Октябрьской революции были выведены сорта гибридных люцерн, которые стали высевать в сибирской лесостепи и степи и нечерноземной зоне страны.

Древний очаг третьей бобовой культуры эспарцета широко распространенного в луговом травосеянии, — Закавказье. Здесь его возделывали с незапамятных времен. Широко известны местные сорта-популяции — сианский (Армянская ССР), нахичеванский (Азербайджанская ССР), джавахетский (Грузинская ССР).

Возделывать клевер розовый впервые с X века начали в Швеции, откуда он распространился в другие западноевропейские страны под названием шведского клевера. С 50-х годов XIX века его начали высевать в России в основном в Прибалтике.

Значительно позднее введены в культуру многолетние злаки — костер безостый и житняки. Первый высевали с середины XIX века на заливных лугах крестьяне и помещики Задонского уезда Воронежской губернии и Елецкого уезда Орловской губернии. По существу это была наиболее ранняя практика лугового травосеяния в черноземных областях России. В полевом травосеянии долгое время его не использовали, так как боялись, что он как корневищный злак засорит последующие посевы однолетних культур.

Инициатором возделывания в засушливых районах России (Заволжье) житняка был профессор В. С. Богдан на Валуйской опытной станции.

Другие виды многолетних трав, применяющиеся в луговом травосеянии, получили распространение в нашей стране, как правило, с конца XIX или с начала текущего столетия.

Первые сведения в России о посевах трав в севооборотах относятся к концу XVIII века (Болотов, 1771; Комов, 1788). Работой «Разведение кормовых трав на полях» проф. А. В. Советов (1859, 1879) положил начало научной разработке вопросов травосеяния. Большую роль в развитии луговодства сыграл известный русский ученый проф. П. А. Костычев. Он впервые дал научную и хозяйственную характеристику природных отечественных сенокосов и пастбищ, оценил кормовые достоинства (химический состав, поедаемость) многих трав и разработал их агротехнику. Он же первым показал значение трав как фактора почвенного плодородия и структурообразования в почве.

Возрастающая численность населения городов, рост спроса на продукты животноводства, повышение цен на них в условиях развивающегося капиталистического производства заставили искать источники дешевых кормов. Департамент земледелия Министерства земледелия и государственных имуществ в ряде губерний (главным образом наиболее населенных нечерноземной полосы) в начале текущего столетия организовал «культуртехнические бюро». В их задачу входили обследование лугов, требующих улучшения, разработка мероприятий по заказам землевладельцев, а также пропаганда и изучение разных приемов улучшения. Для этого создавались показательные участки, выставки, закладывались опыты с посевом травосмесей, применением удобрений и др.

В 1910 г. была организована первая в России Балтийская станция по культуре болот (в бывшей Эстляндской губернии), в 1911 г. — Минская, в 1913, 1914 гг. — Новгородское и Волынское болотное опытное поле. К 1912 г. число опорных и показательных пунктов по улучшению лугов и освоению болот достигло 81.

Уже первые шаги отечественной науки и практики заставили критически отнестись к рекомендациям зарубежной литературы по вопросам луговодства и лугового травосеяния. На основе данных отечественного опыта проф. А. М. Дмитриев в 1914 г. составил первое руководство по луговодству. Еще с 1866 г. в Петровской земледельческой и лесной академии (ныне Московская сельскохозяйственная академия имени К. А. Тимирязева — ТСХА) проф. И. А. Стебут ввел в программу курса земледелия и полеводства раздел луговодство. С 1895 г. лекции по этому разделу читал академик В. Р. Вильямс, сыгравший выдающуюся роль в развитии луговодства в нашей стране. В 1913 г. он вместе с проф. А. М. Дмитриевым организовал Высшие курсы по культуре кормовых растений и луговодству, а после Великой Октябрьской революции (1918 г.) на базе учебно-показательного лугового хозяйства «Качалкино» (действующего при курсах) была создана станция по изучению кормовых растений и кормовой площади, реорганизованная в 1922 г. в Государственный луговой институт. В 1922 г. В. Р. Вильямс выпустил большой труд «Естественно-исторические основы луговодства или луговедение». В нем он впервые изложил научные основы луговодства. В 1930 г. вышла работа В. Р. Вильямса «Луговодство и кормовая площадь (сельскохозяйственный политехникум на дому)», где в популярной форме изложены вопросы агротехники лугового севооборота как необходимого элемента травопольной системы земледелия. Идея лугового (кормового) севооборота на долгие годы определила основное направление исследовательских работ, а также и практику лугового травосеяния в стране.

В зависимости от типа местообитания со свойственными ему водно-воздушным и пищевым режимами определялась продолжительность пользования травами — от 4 до 6—7 лет. В Государственном луговом институте, а затем во Всесоюзном научно-исследовательском институте кормов (ВНИИК), созданном в 1931 г., отдел луговодства (ныне отдел сенокосов и пастбищ), а также



развивающаяся сеть опытных учреждений разрабатывали луговые травосмеси и их агротехнику только для краткосрочного пользования и в основном на сено (А. В. Колосова, И. П. Минина, Д. А. Иванов, П. А. Турнас и др.).

Крупное товарное животноводство созданных колхозов и совхозов предъявило новые требования к луговодству. Потребовалось упорядочить летнее кормление скота, создавать краткосрочные (переменные) культурные пастбища в севооборотах и долголетние (постоянные) вне севооборотов. Поэтому с 1926—1927 гг. было начато изучение трав и травосмесей и для пастбищного использования (И. П. Минина, Д. А. Иванов, А. Р. Адоян). Сначала в опытах с травосмесями и в производстве применяли семена зарубежного происхождения (из Англии, Швеции, Дании, Германии). Развитие отечественного семеноводства луговых трав (Молого-Шекснинский рассадник и др.), а затем селекция их позволили к началу 50-х годов осуществить в стране районирование видов многолетних трав для сеяных сенокосов и пастбищ по областям, краям и республикам СССР, а в их пределах по основным группам местоположений.

Наблюдения за жизнедеятельностью сеяных луговых сообществ и изучение их влияния на почвенную среду в условиях достаточно высокой культуры позволили к этому времени критически отнестись к положениям В. Р. Вильямса о неизбежности накопления избыточного мертвого органического вещества, снижения аэрации, ухудшения ботанического состава и снижения урожая травостоев. Возобновился интерес к долголетним сенокосам и пастбищам (состав травосмесей, система удобрений), закладываемым на более длительный срок, чем в луговых севооборотах.

Новому направлению в исследованиях способствовало преодоление в стране шаблонного применения траводольной системы земледелия.

Острая потребность в кормах в хозяйствах, переживавших трудности восстановительного периода после Великой Отечественной войны, определила распространение с этого времени так называемого ускоренного залужения, то есть посева травосмесей непосредственно по разработанной дернине без предварительного возделывания однолетних растений. При этом вовлекались в культуру легко осваиваемые типы природной кормовой пло-

щади. Хотя это мероприятие проводилось еще в довоенное время (Минина, 1931; Ювенская, 1935, 1936, и др.), но основное развитие оно получило в послевоенный период. Так возникло и другое новое направление в луговом травосеянии — создание краткосрочных сенокосов и пастбищ вне севооборотов.

Курс на широкое внедрение в полеводство пропашных культур при сокращении посевов многолетних трав, принятый в середине 50-х годов, вызвал необходимость разработки интенсивных форм луговодства — резкого повышения урожайности сеяных сенокосов и пастбищ. Эта задача решалась следующими путями:

1) на основе создания злаковых травостоев при внесении полного минерального удобрения с применением высоких доз азота (П. И. Ромашов, В. П. Мельничук, З. В. Морозова, Н. М. Ахламова);

2) на основе использования краткосрочных бобово-злаковых<sup>1</sup> травостоев при фосфорно-калийном их удобрении (П. И. Ромашов, А. А. Кутузова);

3) на основе применения полного минерального удобрения и орошения (И. П. Минина, А. Е. Алексеева, В. И. Лашманова, А. Д. Ковалева).

Высокая стоимость кормов, получаемых от возделывания однолетних культур на пашне, и рост площадей под культурами зеленого конвейера в ущерб продовольственным обусловили нарастающий интерес производства и науки к созданию долголетних культурных пастбищ как источнику дешевых кормов и протеина. Этому содействовал успешный опыт Эстонской ССР. Но большого развития в науке и практике эти новые мероприятия достигли лишь после мартовского (1965 г.) Пленума ЦК КПСС и особенно после XXIII съезда КПСС и майского (1966 г.) Пленума ЦК КПСС, посвященного вопросам мелиорации земель и быстрее повышения культуры земледелия.

К 1971 г. культурных сенокосов и пастбищ в стране насчитывалось свыше 9 млн. га, из них 8 млн. создано лишь за годы истекшей пятилетки. Наибольшее развитие эти работы получили в зонах расположения крупных промышленных центров — Ленинградской, Московской, Владимирской, Смоленской, Тюменской, Рязанской и некоторых других областях РСФСР и в Прибалтийских

<sup>1</sup> Здесь и далее на первом месте стоят преобладающие в травостое растения.

республиках. В Московской области из 56 тыс. га культурных пастбищ орошается 20 тыс. га. В Ленинградской области в 1970 г. уже половина поголовья была обеспечена культурными пастбищами.

Третий Всесоюзный съезд колхозников обязал все хозяйства наиболее эффективно использовать каждый гектар пашни, лугов и пастбищ, особенно на мелиорируемых землях. Этому в немалой степени будет способствовать правильный подбор травосмесей для залужения и высокая их агротехника, так как рациональный состав травостоя и правильное его использование определяют эффективность и удобрений, и посевного материала, и наиболее высокую и быструю окупаемость капиталовложений.

## **ЗНАЧЕНИЕ СМЕШАННЫХ ПОСЕВОВ И ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ТРАВ В ЛУГОВОМ ТРАВΟΣЕЯНИИ**

---

### **ЗНАЧЕНИЕ СМЕШАННЫХ ПОСЕВОВ**

Многолетние травы на полевых землях с самого начала возникновения полевого травосеяния возделывали, как правило, в чистых посевах. Эта практика сохранилась в ряде районов и до настоящего времени (люцерна в хлопковых севооборотах Средней Азии, люцерна, эспарцет, клевер красный в Закавказье и др.). В процессе работы во многих случаях выявилось преимущество трех- и четырехкомпонентных смесей: из двух бобовых и одного злака или двух бобовых и двух злаков, реже одного бобового и двух злаков.

В отличие от полевого травосеяния, где от чистых посевов трав наука и практика перешли к травосмесям, в луговом травосеянии от очень сложных смесей в 15—20 видов трав пришли к простым, маловидовым. В настоящее время высевают смеси из 3—4 и до 6—7 компонентов, в зависимости от хозяйственных и природных условий. Иногда прибегают и к чистым (одновидовым) посевам.

В полеводстве основное внимание уделяли влиянию трав на плодородие почвы.

Сравнительную оценку смешанных и чистых посевов трав делали, как правило, в следующих основных направлениях: а) влияние тех и других на почвенное плодородие — по агрофизическим и агрохимическим показателям (структура почвы, содержание и качество гумуса и др.); косвенно — по накоплению корневых остатков и их химизму перед распашкой трав; прямым способом — по урожаям пластовых и последующих культур; б) различия в поедаемости трав в чистых и смешанных посевах и в качестве корма; в) различия в уровне и устойчивости урожаев трав в одновидовых и многовидовых посевах.

В исследованиях по влиянию трав на почвенное плодородие в полевых севооборотах в Советском Союзе и за рубежом накоплен обширный материал. В луговых

(кормовых) севооборотах воздействие на почву отдельных трав в сравнении с их смесями почти не изучали. Несмотря на краткосрочность пользования травами в полевых севооборотах полученные результаты при оценке трав можно принимать во внимание и для кормовых севооборотов.

Советские и зарубежные ученые экспериментально подтвердили образование под травосмесями на большинстве типов почв оптимального водно-воздушного режима для растений при преобладании в почве макроагрегатов размерами от 1 до 3 мм. Такое строение почвы в природных условиях встречается лишь на целинных землях в зоне черноземов.

Самопроизвольное крошение (агрегатирование) почвы может происходить и в результате изменения ее объема при высыхании, замерзании и оттаивании. Факторами агрегатирования являются также, кроме давления корневых систем растений, работа роющих и копающих животных и червей, действие на почву рыхлящих почвообрабатывающих орудий. Оструктурирующее действие оказывают корни однолетних трав и зерновых культур.

Но это действие у многолетних и однолетних трав проявляется лишь при высоких их урожаях, мощной корневой системе и при водоустойчивости макроагрегатов. Для их водоустойчивости необходимо достаточное количество в почве органического вещества, перерабатываемого почвенными организмами в клеящие соединения: коллоидные продукты жизнедеятельности и автолиза бактерий («дейтельный перегной»). При наличии большого количества полуторфокислов в почве образуются так называемые ложные агрегаты; они быстро распыляются в воде.

Прочное оструктурирование почвы может быть достигнуто и другими средствами — применением различных искусственных клеящих веществ: крилиумы (соли полиакриловой кислоты), смоляной клей, торфогуматный клей (щелочные вытяжки из торфа) и др. Не выяснено еще их влияние на биохимическую среду в почве.

Пока наиболее доступным средством создания водопрочной мелкокомковатой структуры служат удобряемые травы. Многолетние травосмеси оставляют в почве вдвое больше органических остатков, чем однолетние. Однако по мере движения на юго-восток начинает про-

являться иссушающее действие многолетних трав на почву: урожай зерновых по пласту трав получаются ниже, чем по чистым парам. На орошаемых же землях в засушливой зоне оструктурирующее действие трав близко к действию их на подзолистых и серых лесных почвах. Имеет значение и число лет пользования и видовой состав трав. По результатам многих исследований, оструктурирующее действие бобово-злаковых травосмесей проявляется уже в первые 1—2 года. В опытах П. В. Вершинина на слабоподзолистых тяжелосуглинистых почвах (табл. 1) существенной разницы в структурообразовании между клевером красным, люцерной, тимофеевкой и овсяницей не наблюдалось. На всех трех фонах наибольшее количество водопрочных агрегатов образовалось под теми или иными травосмесями. Наибольший урожай сена за два года пользования во всех случаях дала четырехкомпонентная смесь (по навозу ей не уступала клеверо-тимофеечная). Но наибольший урожай зерна получен по пласту люцерны на неудобренном фоне, по пласту люцерны и ее смеси с тимофеевкой по полному минеральному удобрению и опять-таки по пласту люцерны по органическому удобрению (наряду с клеверо-тимофеечным пластом). Таким образом, на пластовую культуру оказывало большое влияние на этих почвах высокое содержание азота в корневых и пожнивных остатках чистого посева люцерны. Обращает на себя внимание повышение структурообразовательной способности трав по навозу при отсутствии такового на фоне принятых доз полного минерального удобрения.

Опыты показали, что структура почвы не может служить единственным показателем ее плодородия, хотя и имеет важное агрономическое значение, влияя прежде всего на физические свойства почвы. В то же время стало известно, что не каждая травосмесь способна дать более высокий урожай корма, чем чистый посев.

Основным источником образования гумуса почвы на лугах служат отмирающие корни растений, стерня и опавшие наземные органы. Нельзя недооценивать роль и отмирающих в почве микроорганизмов и животного населения. По подсчетам микробиологов (Самосова, 1969), общая биомасса живых микроорганизмов составляет от 30—50 до 100—150 ц на 1 га, в зависимости от типа почвы и ее окультуренности. Из многочисленной почвенной фауны вес только дождевых червей на вы-

Таблица 1

## Действие многолетних трав на структуру и урожай пластовой ржи

Травы и травосмеси	Неудобренный фон			N <sub>20</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub>			Навоз 30 т на 1 га		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Клевер красный	58	138	17,7	54	143	18,9	63	181	21,1
Люцерна	57	148	23,2	50	147	20,8	62	167	24,2
Тимофеевка	58	36	15,5	49	51	17,1	63	75	18,9
Овсяница луговая	57	62	16,4	57	77	17,0	61	95	17,1
Клевер красный+тимофеевка	58	110	18,3	51	150	18,7	60	221	25,7
Клевер красный+овсяница луговая	60	139	19,0	63	140	19,6	70	211	22,5
Люцерна+тимофеевка	60	115	20,4	63	133	21,5	66	161	18,3
Люцерна+овсяница луговая	63	117	18,5	61	129	17,1	64	150	21,5
Клевер красный+тимофеевка+овсяница луговая+люцерна	64	161	17,1	63	168	17,8	68	220	22,7

Примечание. В графе 1 показано количество водопрочных агрегатов почвы больше 0,25 мм к концу третьего года жизни трав (в %); в графе 2 — урожай сена в сумме за два года пользования (в ц с 1 га); в графе 3 — урожай зерна ржи по пласту трав (в ц с 1 га).

сокопродуктивных пастбищах достигает 20 ц на 1 га (Буазэн, 1959). Общее содержание корней (живых и мертвых) в почве под травами может составлять 150—200 ц на 1 га и более. Оно колеблется в течение года в связи с ритмом побегообразования и условиями, складывающимися для разложения отмирающей части корневых систем. Значительно колебание их количества и по годам жизни трав. В большой степени оно зависит и от режима пользования и удобрений. Под смешанными посевами, как правило, содержится большая масса корней, чем под чистыми, одновидовыми. Так, в опытах ВНИИК в слое почвы 0—20 см при пастбищном использовании на четвертом году жизни трав содержалось сухой массы корней (в ц на 1 га): клевера белого 103, овсяницы луговой 133, ежи сборной 127, лисохвоста лугового 106; а под смесью этих же видов 155. В смеси с преобладанием ежи сборной корней в почве содержалось больше, чем в смеси с господством костра безостого. Она оказала и более сильное оструктурирующее действие (табл. 2),

Таблица 2

Количество водопрочных агрегатов почвы (свыше 0,25 мм) в слое 0—10 см на девятом году пользования (в %)

Фон	Под ежой сборной		Под кустом безостым	
	всего	в том числе от 1 до 3 мм	всего	в том числе от 1 до 3 мм
РК	74,8	30,2	63,0	28,1
НРК	75,4	35,6	65,4	24,9
РК+навоз	79,5	38,5	67,9	32,4

отличаясь более мощной, мочковатой, хорошо разветвленной корневой системой.

Наибольшее содержание агрегатов наблюдалось в варианте с навозом.

В тех же опытах (И. П. Минина, 1952—1963 гг.) было установлено, что на урожай последующей культуры влияет не столько количество органической массы, оставляемой растениями в почве после распахки травяного пласта, сколько ее качество. По пласту двух различных пастбищных травостоев высевали кормовые бобы. После распахки травостоя с большим участием в нем клевера белого биологический урожай бобов получен на 20% выше, чем по пласту верховых злаков, — 32,8 против 26,1 ц с 1 га, хотя запахано было в первом случае 52, а во втором — 88,5 ц корней на 1 га (вес сухого вещества). Активность целлюлозоразлагающих бактерий и нитрификация были выше в почве с дерниной, богатой клеверными корнями. Большая интенсивность процесса минерализации определялась более высоким содержанием азота в корнях бобовых трав, необходимым для активной деятельности многих почвенных микроорганизмов. Как известно, эти процессы протекают более интенсивно в органических остатках, содержащих азота свыше 1,7% на абсолютно сухое вещество.

В корнях бобовых на дерново-подзолистых почвах, по П. И. Ромашову (1969), содержится обычно около 2,5%, а злаковых трав — около 1,6% азота. Кроме того, в корнях и стерне бобовых больше магния и кальция, чем у злаковых. По анализам В. А. Черкасовой (1968), в лесостепи процент азота в корнях различных злаков колебался от 0,64 до 1,4%, повышаясь при азотном удобрении до 1,7—1,78%. В наших опытах он изменялся по годам



пользования травостоем с господством клевера белого от 1,7 до 2,1%, а под злаковыми с преобладанием мятлика лугового по полному удобрению — от 1,5 до 1,8%.

Итак, на минеральных почвах с небольшим содержанием органического вещества большую роль для повышения активного плодородия почвы в луговых севооборотах играют корни трав с высоким содержанием в них азота (бобово-злаковые смеси или злаковые, удобренные азотом).

На осушенных торфяниках с хорошо минерализованными торфами агрономическая роль смешанных травостоев заключается в закреплении азота и зольных элементов в корнях трав и удержании их таким образом в малом биологическом круговороте веществ.

При длительном возделывании однолетних, особенно пропашных культур, большие количества нитратного азота и зольных элементов безвозвратно выносятся с грунтовыми водами: постепенно почва обедняется. Длительно вегетирующая смесь многолетних злаков, образующих густую, разветвленную сеть корней, создает своего рода фильтр, перехватывающий эти вещества. Из общего содержания их в растениях примерно  $\frac{2}{3}$  закрепляется в корнях (живых и отмерших). При разложении отмирающих корней эти вещества вновь используются растениями, а часть переходит в гумус. Таким образом, на торфяниках при правильном соотношении посевов многолетних трав и однолетних культур формируется культурная темноцветная почва высокого плодородия.

В областях лесостепной и степной зон с большими площадями распаханых земель травы, высеваемые на склоновых землях, в сочетании с агролесомелиорацией защищают почву от эрозии и дефляции. Более сильное закрепляющее воздействие на почву оказывают смешанные посевы трав (Черкасова, 1968; Бронзова, Черкасова, 1958, и др.).

В кормовых севооборотах на минеральных и органических почвах травосмеси служат также средством санации (оздоровления) почв, освобождая их от болезнетворных начал (грибы, бактерии, вирусы) и нематод. Растения льна меньше страдают от фузариоза, капуста — от килы, хлопчатник — от вилта и т. д.

Смешанные посевы различных видов трав в луговодстве имеют преимущество перед чистыми посевами и при использовании их на корм. Кормовая ценность растений

определяется поедаемостью, количеством съедаемого за сутки корма, его переваримостью и питательностью, реализованными в конечном счете в животноводческой продукции (без ущерба для здоровья животных).

Долголетнее изучение рационов животных при зимнем стойловом содержании позволяет научно обоснованно подбирать и смешивать корма, взаимно дополняющие друг друга по содержанию в них тех или иных питательных веществ и добиваться высокой их поедаемости. Тем не менее на сено смешанные посевы с высоким содержанием бобовых предпочтительнее чисто злаковых. Они позволяют уменьшить дачу более дорогих зерновых кормов. В то же время при сушке и хранении сена смесей злаковых и бобовых трав меньше снижается его качество, чем при сушке чистобобовых травостоев.

При заготовке силоса смешанные посевы тоже имеют преимущество, улучшая силосуемость сырьевой массы благодаря более высокому содержанию в злаках углеводов. При производстве травяной муки или сенажа важным элементом конвейера, обеспечивающего непрерывное поступление на переработку зеленой массы с заданным процентом протеина, являются смешанные посевы разных сроков созревания.

Еще большее значение приобретают травосмеси на пастбищах. Установлено, что животные при пастыбе охотнее поедают смешанные травостои разнообразного ботанического состава. Этим в значительной мере определяется и большее количество съеденного животными в сутки корма на смешанных посевах. Трава чистых посевов быстрее им приедается. Показательны в этом отношении опыты, проведенные в Англии с выпасом овец (Буазэн, 1959) на чистых посевах злаков и на смесях их с клевером белым. Прибавка живого веса (в кг на 1 га пастбища) при пастыбе на посеве райграсса многолетнего составила 292, ежи сборной — 207, а смеси каждого вида злака с клевером белым соответственно 347 и 309.

Клевера и другие бобовые в фазе цветения отличаются более высоким, чем у злаков, содержанием протеина (примерно в 2 раза), а из минеральных веществ — магния (в 2 раза) и кальция (в 3 раза); в них содержится меньше клетчатки. Высока на пастбищах кормовая ценность растений группы разнотравья — в них содержится минеральных веществ и серы больше, а клетчатки меньше, чем в бобовых (табл. 3). При сушке же

Таблица 3

Средний состав (в % на сухое вещество) луговых злаков, бобовых и разнотравья (по Клаппу, 1961)

Составная часть	Злаки	Бобовые	Разнотравье
Белок	9,4	19,9	13,3
Клетчатка	35,6	25,1	22,1
Фосфор ( $P_2O_5$ )	0,44	0,45	0,63
Калий ( $K_2O$ )	2,4	2,0	3,7
Кальций ( $CaO$ )	0,9	2,6	3,5
Магний ( $MgO$ )	0,4	0,8	1,3
Сера ( $SO_2$ )	0,8	0,6	1,4

на сено разнотравье теряет листья; большое количество его снижает качество сена в зимнее время (плесневение, пыление и др.).

По сводке И. В. Ларина, (1937) в среднем по СССР сено бобовых и злаков различается по содержанию в них питательных веществ следующим образом (табл. 4).

Таблица 4

Химический состав злаков и бобовых (в % на сухое вещество)

Семейство	Число анализов	Гигроскопическая вода	Зола	Белок	Жиры	Клетчатка	Безазотистые экстрактивные вещества
Злаки	626	10,3	7,1	9,1	7,7	2,8	29,1
Бобовые	329	10,0	14,9	14,9	11,3	2,7	26,7

Анализы, выполненные за последние десятилетия, показали различия в составе питательных веществ между многими кормовыми злаками и бобовыми, а также между их сортами; различаются они и по составу аминокислот, витаминов, микроэлементов, зольных элементов и др. Поэтому в смешанных посевах животные получают корм, более сбалансированный по минеральному составу, отношению углеводов к белку, содержанию микроэлементов и витаминов. Регулирование видового состава смешанных травостоев позволит в значительной мере сократить различные минеральные добавки и другие подкормки или избежать их, удешевить животноводческую

продукцию. Исключаются в этом случае заболевания тимпанией, свойственные при выпасе на чистых бобовых, или гипомagneземией (травяной тетанией) при пастбище на интенсивно удобряемых азотом злаковых.

Следует отметить преимущество в большинстве случаев смешанных сообществ перед одновидовыми и в уровне урожаев: смешанные посевы трав полнее используют наземное и подземное пространство и жизненно необходимые факторы среды.

Разные виды луговых злаков и бобовых отличаются по типу корневых систем. Корни имеют различную степень разветвленности и проникают на различную глубину. Это позволяет смешанным посевам использовать влагу и пищу в большем слое почвы и в большей мере. Различаются растения и по физиологической активности и типу питания (автотрофный и гетеротрофный). Наибольшие различия, как известно, существуют в азотном питании бобовых и злаковых. Первые в результате симбиоза с клубеньковыми бактериями, синтезирующими азот из воздуха, как правило, не нуждаются в дополнительном азоте удобрений. Урожай их при этом или не увеличивается, или увеличивается незначительно. Правильное соотношение бобовых (азотособирателей) со злаками при обеспечении фосфором, калием, кальцием и микроэлементами позволяет во всех географических зонах получать высокие урожаи без применения пока еще недостающих в хозяйствах азотных удобрений. Наземные органы луговых трав тоже отличаются большим разнообразием по форме, размерам и расположению в пространстве листьев и стеблей. Создание многоярусного сеяного сообщества из растений разной морфологии позволяет формировать большую фотосинтезирующую поверхность, способствующую более высокому урожаю смешанных посевов по сравнению с одновидовыми.

Различная продолжительность жизни в большом биологическом цикле разных трав и различия в максимумах урожайности по годам жизни позволяют создавать долгодетские смешанные сообщества с устойчивой урожайностью. В первые годы урожай формируют травы малолетние. Максимальный урожай они дают в первый, второй, третий год пользования. Затем их сменяют более долгодетские травы.

Смеси трав менее подвержены неблагоприятным внешним условиям, чем чистые их посевы. Изреживаю-

щиеся менее выносливые травы (например, в засуху, при избыточном увлажнении, в неблагоприятную зимовку) замещаются другими, более устойчивыми, в результате их разрастания.

Наблюдения показали, что в смешанных посевах малозимостойкие клевера в областях с суровыми малоснежными зимами меньше страдают от морозов, так как их защищают стерня и зимующие побеги злаковых трав. То же отмечено и в отношении повреждения растений вредителями и болезнями. Вследствие более высокой плотности травостоя, свойственной смешанным посевам, их меньше, чем одновидовые посевы, заселяют сорные одно-, двулетние полевые травы, а в дальнейшем и травы местной дикорастущей флоры.

В связи с более полным использованием факторов роста правильно составленные травосмеси дают и более высокие урожаи, чем чистые. Так, по сводке результатов опытов 82 научно-исследовательских учреждений разных зон Советского Союза (Ларин, 1956), урожай с травосмесей получен в среднем на 14,4% выше; во многих случаях он превышал урожай чистых посевов на 25% и более.

Однако в наиболее жестких условиях существования преимущество получает посев одного какого-либо вида растений, наиболее приспособленного к недостатку или избытку того или иного фактора жизни. Например, по данным госсортсети, в засушливых условиях Юга и Юго-Востока (сухие степи) более высокие урожаи получают при посеве одной люцерны или житняка; на солонцовых комплексах — при посеве волоснеца сибирского, донника или прутняка (кохии). Резкие смены дневных и ночных температур, суровые бесснежные зимы высокогорий Средней Азии (свыше 2700 м над уровнем моря) выносит лишь пырей бескорневищный или волоснец даурский. В альпийском поясе Кавказского хребта растут успешно только злаки и только в чистых посевах — тимopheевка, или костер безостый, или мятлик луговой (Агабабян, 1969).

Избыток влаги, но богатой кислородом, на богатых почвах также лучше переносят злаки — канареечник тростниковидный, бекмания; на слабоосушенных (но удобряемых) торфяниках — тимopheевка луговая или лисохвост луговой. Последний благодаря раннему цветению и раннему сроку уборки в чистых посевах можно далеко

продвигать на север. В чистом виде травы иногда высевают и по хозяйственным соображениям; например, люцерну или клевер на корм свиньям, ежу сборную на ранний зеленый корм (взамен озимых культур, используемых обычно для этой цели) и т. д.

## **ОСНОВНЫЕ ВИДЫ И СОРТА КУЛЬТУРНЫХ ЗЛАКОВЫХ И БОБОВЫХ ТРАВ**

### **Злаковые**

**Тимофеевка** (*Phleum pratense* L.). Выделяют среди местных культурных популяций и дикорастущих видов пять экологических групп: северную, лесостепную, горную кавказскую, горную алтайскую и дальневосточную. Наиболее ценны популяции, относящиеся к среднерусскому типу лесостепной группы, и некоторые экотипы из центральных областей северной группы. Первые прямостоячие, высокорослые, хорошо облиственные, с относительно ранним цветением, а вторые с несколько развалистым кустом, менее облиственные, позднее зацветающие. Для сенокосов и пастбищ районированы сорта Московская 1480, Белорусская местная, Белорусская 1308, Вологодская местная, Иыгева 54, Казанская, Красноуфимская 137, Ленинградская 204, Люлинецкая 1, Майская 1, Прикульская, Северодвинская 18, Тарская местная, Моршанская 1395 и др.

**Овсяница луговая** (*Festuca pratensis* Huds. или *Festuca elatior* L.). Наиболее широко распространена в культуре лесной зоны и лесостепи европейской части СССР; в Западной Сибири — в подтаежной и таежной зонах. В Восточной Сибири производственных посевов пока нет, но ведется селекционная работа с ней. Имеется большое количество местных популяций (экотипов), пока еще слабо изученных. В США ее вытесняет овсяница тростниковидная (*F. agrostoides* L.), дающая более грубый корм, но более урожайная и долголетняя (корневищный тип кущения), к тому же хорошо приспособленная к слабому засолению почв. Большой интерес к овсянице тростниковидной за последнее десятилетие проявляется и в Англии (к средиземноморским ее формам) для удлинения пастбищного сезона.

Районированные сорта: ВИК 5, Дединовская 8, Дотнурская 1, Иыгева 47, Камалинская 95, Кубанская 2,

Люлинецкая 3, Моршанская 1304, Северодвинская 130, Свердловская 37, Московская 62 и др.

**Ежа сборная.** (*Dactylis glomerata* L.). Имеет много форм и экотипов, мало еще изученных. В западных областях преобладают экотипы с более мягкими листьями и стеблями и менее крупной метелкой, чем на юге и востоке лесной зоны. Богаты ценными экотипами (высокорослыми, хорошо облиственными, с повышенной зимостойкостью) горные области Алтая и Кавказа.

Для сенокосов и пастбищ районированы Аста, Дединовская 4, Иыгева 220, Иыгева 242, Краснодарская 20, Ленинградская 853, Московская 222, Прикульская 30, Сарненская местная, Хуторская (Северный Кавказ), Нальчинская.

**Райграс высокий** (*Arrhenatherum elatius* (L.) I. et C., *Avena elatior* L.). В природном состоянии в СССР встречается редко, главным образом в юго-западных областях. В культуру введен в Европе с давних времен, в СССР — с конца XIX века, прежде всего в лесостепной зоне европейской части.

Селекционные сорта: Иыгева 153, Полтавский 521, Прикульский 20, Грузинский.

**Райграс многолетний, или пастбищный** (раньше английский) (*Lolium perenne* L.). В природе встречается в областях европейской части СССР с умеренным влажным климатом, с мягкими зимами, а также на Кавказе, на горных лугах Средней Азии.

Введен в культуру по инициативе В. Р. Вильямса в 30-х годах текущего столетия из Можайской дикорастущей популяции. Районированы сорта Прикульский 59 (Латвия), Московский 84, Вея.

**Костер безостый** (*Zerna inermis* (Leysser) Lindm., *Bromus inermis* Leyss.). Широко распространен в Советском Союзе в природе и культуре, кроме крайних засушливых условий (сухая степь, полупустыня). Имеет большое количество разнообразных экотипов. Выделяют луговую и степную группы. Первая (северная) отличается более высокой урожайностью, менее жесткими листьями, хорошей облиственностью. Вторая выделяется более высокой засухоустойчивостью.

Для сенокосов и пастбищ в Советском Союзе районированы сорта Безостый 2, Башкирский местный, Донской местный, Моршанский 312, Моршанский 760, СибНИИСХоз 189, Полтавский 30, Свердловский 38, Днепров-

ский, Казаровичский, Краснодарский 24, Краснодарский 225, Октябрьский местный, Степной, Павловский 22/05.

**Лисохвост луговой** (*Alopecurus pratensis* L.). Представлен большим разнообразием форм и экотипов, еще мало изученных. Идет далеко на север в зону тундры (на поймах и на суходолах). В Сибири не получил большого распространения.

Районированные сорта: Хальяс, Прикульский 40, Северодвинский 146, Серебристый.

**Канареечник тростниковидный**, или **двухисточник тростниковидный** (*Typhoides arundinacea* (L.) Moench., *Phalaris arundinacea* L., *Digraphis arundinacea* Trin.). Встречается в двух формах. Первая с однолетними побегами, быстро отрастающими после скашивания (до 3 раз), вторая — с медленно развивающимися многолетними побегами. Обладает широкой приспособленностью к различным условиям: от избыточного увлажнения на долгопоемных лугах до горных склонов Киргизии, от Мурманской области или низовий Оби на севере до Кавказа. Изучение его в СССР начато с 30-х годов XX столетия.

Районированные сорта: Донской 18, Первенец.

**Полевица белая** (*Agrostis alba* L.). Представлена самыми разнообразными формами и экотипами — низкорослыми, средне- и высокорослыми, еще мало изученными. Хозяйственно наиболее ценная ее разновидность гигантская (*A. alba* var. *gigantea* (Roth) Mey).

В СССР изучение разных ее форм в культуре начато только с 40-х годов XX столетия. Высеваемые ранее семена зарубежного происхождения относятся главным образом к виду со стелющимися побегами *A. stolonizans* Bess., *A. prorepens* Mey (полевица побегообразующая). За рубежом полевица белая рассматривается как низовой пастбищный злак. В СССР районированы сорта Сарненская местная, Гуода.

**Мятлик луговой** (*Poa pratensis* L.) имеет две формы var. *latifolia* (широколистная) и var. *angustifolia* Smith (узколистная) — более засухоустойчивую; последняя распространена в лесостепи и на севере степной зоны, но в культуру в СССР не введена.

В Советском Союзе мятлик луговой в культуре наиболее широко распространен в Прибалтийских республиках на долголетних пастбищах.



Для центральных и восточных областей лесной зоны необходимо выведение более продуктивных (широколистных) и в то же время засухоустойчивых сортов. Местные дикорастущие популяции обычно появляются самосевом на сеяных пастбищах с 5—6-го года, на суходолах в засуху приостанавливают рост или даже выгорают. Основная селекционная работа ведется в Прибалтике. Выведены и районированы сорта Йыгева 1, Приекульский 129, Данга.

**Мятлик болотный, или поздний, или плодородный** (*Poa palustris* L., *Poa serotina* Ehrh., *Poa fertilis* Host.). В культуре применяется пока еще в крайне ограниченных размерах в Прибалтийских республиках, в белорусском и украинском Полесье, преимущественно на осушаемых торфяниках. В этих условиях по урожайности он не уступает тимopheевке, а по долголетию превосходит ее. Наиболее широко применяется в ГДР и ФРГ. В Советском Союзе районированы сорта Йыгева 463 (Эстония) и Приекульский (Латвия).

**Овсяница красная** (*Festuca rubra* L.). В культуре представлена двумя разновидностями — *F. r. var. genuina* Gr. at Good. (корневищная) и *F. r. var. fallax* Thuill. (кустовая). Есть и переходные формы. Наиболее широко в природе встречается в лесной зоне на самых разнообразных местообитаниях (от сухих легких почв до заболоченных торфянистых) и в высокогорных областях Кавказа. В Советском Союзе пока более распространена малопродуктивная форма, слабо поедаемая на пастбищах. В западноевропейских странах выведены широколистные корневищные сорта. В Советском Союзе селекционная работа в основном сосредоточена в Прибалтике. Выведены и районированы сорта корневищной формы — Йыгева 70, Приекульская, Шилис.

**Житняки.** В культуре пока наибольшее распространение получили житняк гребневидный (*Agropyron rectiniforme* Roem. et Schult) — ширококолосый — и житняк сибирский, или песчаный (*Agropyron sibiricum* (Willd) Beauv.) — узкоколосый. Они легко скрещиваются между собой и с другими видами житняков (пустынным, гребенчатым, черепитчатым), давая переходные формы. Житняк введен в культуру на Юго-Востоке в начале текущего столетия и получил широкое распространение в полевом, затем луговом, травосеянии лесостепной и степной зон европейской части, а в послереволюционный

период и в Сибири. Имеет очень большое количество форм и экотипов. У житняка гребневидного их девять — степной, солончаковый, песчаный, лиманный (сизый), пойменнолуговой (лугостепной), западноалтайский и южноалтайский, горностепной и долинный (в Восточной Сибири). В Советском Союзе выведено большое количество ценных сортов и отобрано много природных высокоурожайных засухо- и морозостойких популяций. Районированы сорта житняка гребневидного — Краснокутский ширококолосый 4, Карабалыкский 202, Ростовский 10, Высокий 9; сорт житняка сибирского — Северодонецкий узкоколосый.

**Пырей бескорневищный, или нежный** (регнерия малочветковая) (*Roegneria pauciflora* (Schwein) Hyland), ранее американский (*Agropyron tenerum* Vasey, *Roegneria trachy caulon* (Link) Nevski).

Наибольшее значение имеет в лесостепной и степной зонах (кроме сухих степей) европейской и азиатской частей СССР. Освоен в культуре в послереволюционное время, имеет большое количество засухоустойчивых и зимостойких сортов: Марусинский 996, Читинский местный, Камалинский 175, Карабалыкский 86, Павловский (для поемных солонцеватых почв).

**Регнерия волокнистая, или пырей волокнистый** (*Roegneria fibrosa* (Schrenk) Nevski, *Triticum fibrosum* Schrenk). Ряд опытных станций отмечают ее лучшие кормовые и агроэкологические свойства по сравнению с пыреем бескорневищным. Она более раннеспелая, поэтому не засоряется пыреем корневищным; это делает ее более пригодной для посева в кормовых севооборотах.

Омской опытной станцией выведен из дикорастущей акмолинской популяции селекционный сорт Регнерия омская. Он широко внедряется в хозяйствах Западной и Восточной Сибири.

**Волоснец сибирский, элимус или клинелимус сибирский** (*Elymus sibiricus* L., *Clinelymus sibiricus* Nevski). Наиболее распространен в природе в лесной и лесостепной зонах азиатской части Советского Союза. Более распространены яровые недолголетние, реже озимые долголетние формы; поэтому он получал разноречивые оценки в луговодстве.

В настоящее время широко применяется на осушенных, слабозасоленных торфяниках Западной Сибири и

в луговом и полевом травосеянии Восточной Сибири и Дальнего Востока.

Районированы сорта Гуран, Амурский, Камалинский 7.

**Пырей ползучий** (*Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Agropyron repens* Beauv.). Имеет огромное разнообразие экотипов и широко распространен в Советском Союзе. В полевом травосеянии — злостный сорняк, но в луговодстве — ценная кормовая культура для долголетних сенокосов и пастбищ, главным образом на достаточно плодородных почвах. Семеноводство его не налажено, используются обычно отходы при очистке зерна. Нуждается в селекционной обработке и выделении наиболее ценных местных (пойменных и лиманных) популяций. На долголетних удобряемых сенокосах и пастбищах появляется самосевом с 10—12-го года пользования (Кировская лугоболотная опытная станция, Всесоюзный научно-исследовательский институт кормов и др.). Выведен сорт Донской для создания сеяных сенокосов на лиманах и на солонцеватых поймах лесостепи и степи.

## **Бобовые**

**Клевер красный.** В луговом травосеянии применяют те же типы культурного клевера красного, что и в полевом — раннеспелый (двуукосный, южный) *Trifolium pratense*, граесох и позднеспелый (одноукосный, северный) *Trifolium pratense*, *serotinum*. Они имеют промежуточные типы и распадаются на подвиды. Районировано большое количество сортов — селекционных и местных — для полевого травосеяния; их же используют и в луговодстве.

**Клевер розовый, или гибридный,** ранее шведский (*Trifolium hybridum* L.) введен в культуру в России во второй половине XIX века. Выделяют две его разновидности — *Trifolium hybridum* ssp. *fistulosum* Gilib., более свойственную северным областям, и *Trifolium hybridum* ssp. *elegans* Savi, свойственную более сухим условиям и более долголетнюю. Районированы для луговодства сорта Даубяй, Ивацевичский, Пыгева 2, Северодвинский 326, Суйдинский.

**Клевер белый, или ползучий** (*Trifolium repens* L.). В природе представлен большим разнообразием экотипов. Селекционная работа в Советском Союзе с этой

культурой пока еще ведется слабо. Наряду с низкорослым пастбищным клевером на Украине выведена из лодийского (итальянского) клевера высокорослая сенокосная форма (Уладово-Люлинецкая селекционная станция). Она наиболее приспособлена для областей с мягким, влажным климатом.

В СССР районированы сорта: Пыгева 4, Гомельский; сенокосная форма — Гигант белый, Битунай (Литва).

**Люцерна.** Из большого количества видов люцерны в культуре используют три: люцерну синюю, посевную (*Medicago sativa* L.), люцерну желтую (*Medicago falcata* L.) и люцерну голубую (*Medicago coerulea* Less.). В результате естественного и искусственного переопыления синих люцерн, завозимых на Украину, Северный Кавказ, в Поволжье и Сибирь из Средней Азии (районы орошаемого земледелия), а также из Европы (французская, прованская) и из США (Гримма), с желтой дикорастущей образовалось большое количество культурных сортов. Все они относятся к виду *Medicago sativa* L. В его пределах выделяют многие разновидности, типы и экотипы. Среди гибридных люцерн различают синегибридные, желтогибридные и пестрые сорта. По зимостойкости и засухоустойчивости гибриды превосходят среднеазиатские и французские сорта синих люцерн, но уступают сортам, выведенным из желтых дикорастущих люцерн.

Желтоцветные дикорастущие люцерны подразделяют в настоящее время по их экологическим и биологическим свойствам на три вида — северную (*M. borealis* Grossch.), серповидную (*M. falcata* L.) и степную (*M. romanica* Prod.). Первая произрастает в поймах севера лесной зоны в ее европейской части; она холодоустойчива, хорошо выдерживает затопления и резкие смены температур. Вторая отличается засухоустойчивостью и зимостойкостью, распространена в лесостепи азиатской и европейской части СССР и представлена большим разнообразием экотипов (суходольные, пойменные, предгорные и др.). Степная желтая люцерна растет в зоне сухой степи и полупустыни. В этих же условиях вводят в культуру и дикорастущую люцерну голубую для посева на засоленных почвах.

При апробации семенников культурные люцерны делят на шесть групп — синюю, синегибридную, желтогибридную, пеструю, желтую и голубую. Примерно в такой

же последовательности возрастает их засухоустойчивость и зимостойкость.

Для полевого травосеяния в различных географических зонах районировано большое количество сортов. Для создания сеяных сенокосов и пастбищ районировано 15 сортов гибридных и желтой люцерны. В лесной зоне европейской части страны высевают сорта Аугуне II (Литва), Северную гибридную (центральные и восточные области) — пестрогибридный сортотип, Дединовскую желтую (для пойм центральных областей); в лесостепи Павловскую 7 — желтую (для солонцеватых пойм), Веселоподолянскую II и Марусинскую 425 — желтогибридные сортотипы; в азиатской лесостепи и степи — Камалинскую 930, Онохойскую 6 — пестрогибридные сортотипы, Желтогибридную 191. В Эстонии успешно применяют местную люцерну желтую серповидную для создания долголетних пастбищ на сухих маломощных дерново-карбонатных почвах.

**Лядвенец рогатый** (*Lotus corniculatus* L.). В природе широко распространен в СССР на самых различных почвах. В культуре возделывается в настоящее время главным образом в лесной зоне европейской части (центральные, северо-западные области и Прибалтика), в лесостепной зоне (центральные черноземные области) в предгорьях Северного Кавказа, в Краснодарском крае и на Черноморском побережье (Абхазия).

Характеризуется исключительно большим разнообразием экотипов и форм. Выделяют три разновидности — обыкновенный (var. *vulgaris* Koch.), бахромчатый (var. *ciliatus* Koch.) и узколистный (var. *tenuifolius* L.).

Культурные сорта и формы относятся к первой разновидности и объединены в 10 сортотипов: южноевропейский, предгорный кавказский, западноевропейский, приатлантический, прибалтийский, среднерусский, центрально-черноземный, уральский, американский среднеспелый, американский поздний.

Для луговодства имеет большое значение, как более долголетнее и засухоустойчивое бобовое, чем клевер красный и розовый. Некоторые экотипы хорошо приспособлены к дерново-подзолистым почвам невысокого плодородия, другие к поймам высокого уровня, третьи к серым лесным почвам суходолов лесостепи и т. д.

Для сенокосов и пастбищ рекомендуются сорта Дединовский, Гельсвис, Московский 25, Московский 287.

**Эспарцеты.** Из встречающихся в Советском Союзе дикорастущих видов в культуре освоены следующие три: эспарцет закавказский, или переднеазиатский (*Onobrychis transcaucasica* Grossch., *O. antasiatica*), эспарцет посевной, или обыкновенный, или виколистный, или европейский (*O. sativa* Zam., *O. viciaefolia* Scop.), и эспарцет песчаный (*O. arenaria* D. C.). Первый с незапамятных времен возделывается в республиках Закавказья; второй — с середины XIX века, главным образом на Украине — в лесостепной и степной зонах; третий — наиболее засухоустойчивый, вводится с тридцатых годов текущего столетия. В настоящее время созданы ценные сорта-гибриды.

В луговодстве наибольшее значение эспарцеты имеют при залужении склоновых земель лесостепи и степи европейской части страны и в горных областях Закавказья и Киргизии при орошении или без него. В Сибири распространены сорта эспарцета песчаного и его гибридов с другими видами, как более зимостойкие.

Основные сорта эспарцета закавказского — АзНИХИ 18, АзНИХИ 74, Нахичеванский местный, Сисианский 34, Ахалкалакский местный, Талинский местный и др; эспарцета песчаного и его гибридов с другими видами — Веселоподольский 1251, Карагандийский улучшенный, Украинский 2795, Гибрид 2855, Северокавказский двухосный, Башкирский 21, Омский 1517.

При посеве разных видов трав в кормовых севооборотах на минеральных непереувлажняемых почвах используют также селекционные и местные сорта-популяции, районированные для полевого травосеяния. За последние 10 лет организована достаточно широкая сеть специальных сортоучастков (свыше 100) для довольно продолжительного испытания лугопастбищных трав (не менее пяти лет) на различных типах местообитаний основных географических зон Советского Союза. На этих сортоучастках изучают широкие наборы отечественных и зарубежных сортов в составе простых (как правило, трехчленных) смесей и дают им оценку по урожайности, качеству корма, долговлетию и устойчивости к ряду неблагоприятных факторов. Таким образом, количество районированных сортов все более возрастает.

В сорта-популяции входят разнообразные формы (экоотипы, расы) с теми или иными приспособлениями к непрерывно меняющимся в течение года и по годам

**Районируемые виды трав для сеяных сенокосов и пастбищ  
(по П. А. Вошнину, 1966)**

Республика	Травы, имеющие наибольшее значение	Примечание
<b>РСФСР</b>		
Нечерноземная зона европейской части	Тимофеевка, овсяница луговая, ежа сборная, костер безостый, лисохвост луговой, клевер красный, клевер розовый	В северных, северо-восточных областях и на Урале ежу сборную не высевают. На юге лесной зоны (переход к черноземному центру) приобретают большое значение люцерны
Черноземные области европейской части (центр)	Овсяница луговая, пырей бескорневищный, костер безостый, люцерны	Из бобовых в этих областях имеют значение и эспарцеты, а из злаков — райграс высокий
Западная Сибирь	Тимофеевка, овсяница луговая, пырей бескорневищный, костер безостый, клевер красный, люцерны	Взамен пырея бескорневищного можно высевать регнерию волокнистую
Восточная Сибирь	Пырей бескорневищный, волоснец сибирский, житняки, костер безостый, люцерны	То же
Дальний Восток	Тимофеевка, овсяница луговая, пырей бескорневищный, костер безостый, лисохвост луговой, клевер красный, розовый и белый, люцерны	—
Прибалтийские республики	Тимофеевка, овсяница луговая, ежа сборная, клевер красный, розовый и белый, люцерны	На пастбищах высевают райграс многолетний, на торфяниках — мятлик болотный
Белоруссия	Тимофеевка, овсяница луговая, ежа сборная, костер безостый, лисохвост луговой	На почвах высокоплодородия высевают люцерны, а на торфяниках — мятлик болотный
<b>Украина</b>		
Полесье	То же, что и в БССР	То же
Лесостепь	Тимофеевка, овсяница луговая, костер безостый, клевер красный, люцерны	Имеют значение райграс высокий, пырей бескорневищный и эспарцеты

Республика	Травы, имеющие наибольшее значение	Примечание
Горно-Карпатские области	Тимофеевка, овсяница луговая, костер безостый, клевер красный	Имеют значение люцерны и лядвенец рогатый
Закавказские республики	Овсяница луговая, ежа сборная, житняки, костер безостый, клевер красный, люцерны	

жизни условиям среды (в пределах более или менее широкого почвенно-климатического района). Местные сорта—это продукт длительного естественного и искусственного отбора, совершающегося в процессе их возделывания, поэтому они наиболее свойственны видам, издавна введенным в культуру. Селекционные сорта-популяции сформированы в процессе целенаправленного селекционного процесса. Однако вследствие преобладающего среди многолетних трав перекрестного опыления в состав сорта тоже всегда входят различные по своей наследственной природе растения. Это придает сортам большую пластичность и обычно широкую приспособляемость к различным условиям существования.

Принцип искусственного создания пластичного сообщества находит в последнее время признание в полеводстве под названием «метода совместных одновидовых посевов» (Юрин, 1966, 1969). Рекомендуются высевать два сорта или более одной культуры или создавать возрастные (совместный посев яровизированных и неяровизированных семян или клубней) или ростовые различия (сорта с разными темпами роста) и т. д.

Районирование различных видов трав для сеяных сенокосов и пастбищ показано в таблице 5.



## **АГРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТРАВ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ В ЛУГОВОМ ТРАВООСЕЯНИИ**

---

Правильный подбор трав и их сортов для создания сеяных долгодетних или краткосрочных сенокосов и пастбищ применительно к создаваемым режимам среды основывается на изучении их агробинологических свойств (жизненных процессов в культуре), агроэкологических особенностей (требования и амплитуда приспособляемости к динамике факторов роста и развития на разных этапах жизни растений), на агрономическом значении разных трав и зооветеринарной оценке корма. Принимается во внимание и экономика семеноводства разных видов трав.

В жизни многолетних трав различают малый биологический цикл жизни, протекающий в течение одного года, и большой биологический цикл — от семени до полного отмирания особи (Смелов, 1947).

Особенность многолетних трав заключается в способности размножаться (возобновляться) не только генеративным путем (семенами), но и вегетативно (побегами). Эта способность выработалась в процессе длительного приспособления растений к скармливанию дикими, а затем домашними травоядными животными и к скашиванию. Существование растений в условиях дернинного покрова, неблагоприятного для прорастания семян, тоже стимулировало вегетативное размножение. В определенных условиях культуры вегетативное возобновление получает перевес над генеративным. Например, при интенсивном выпасе, или при загущенном посеве травосмеси, или при самозатухании семенников. По мере старения растений с годами обычно генеративность затухает; начинают преобладать вегетативные побеги.

### **АГРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МНОГОЛЕТНИХ ЗЛАКОВЫХ ТРАВ**

Высеваемые семена злаков представлены по существу плодами-зерновками. Зерновка состоит из зародыша, эндосперма и семенной оболочки, сросшейся с плодовой.

Зародыш, в свою очередь, состоит из корешка, стебелька и почечки. Между ним и эндоспермом находится щиток. Ферменты, образующиеся в клетках щитка при набухании, переводят запасные питательные вещества (белок, крахмал) эндосперма в более простые формы, доступные для питания зародыша. Семенная оболочка обладает избирательной проницаемостью веществ (растворов и газов). Это имеет большое физиологическое значение для начала прорастания семени. Семена прорастают при определенной степени влажности, температуре, при определенном содержании кислорода в почве, а некоторые даже требуют и света.

Для прорастания луговых злаков достаточно влажность почвы 60% полной влагоемкости. При 90—100%-ной влажности набухшие семена погибают от недостатка кислорода и поражений плесневыми грибами и другими микроорганизмами. Семена, обладая высокой гигроскопичностью, способны поглощать и парообразную воду; это следует принимать во внимание при определении предельных сроков посева. На скорость набухания влияет температура почвы. Наибольшее действие на прорастание злаков оказывают переменные температуры (разница в температурах дня и ночи). Отношение к температуре почвы у разных злаков различное. Тимофеевка, ежа сборная, мятлик луговой способны прорасти при меньшей температуре (1—2°C); другие, например овсяница луговая, при 3—6°C. Семена мятлика лугового, канареечника тростниковидного на свету прорастают дружнее. Сильно ухудшается прорастание семян при высокой кислотности почвы (рН ниже 5).

Жизнедеятельность семян начинается с момента набухания: резко возрастает выделение ими углекислоты и поглощение кислорода (дыхание семян). При этом выделяется энергия, используемая на превращение веществ, идущих на рост новых тканей в зародыше: увеличивается зародышевый корешок, он разрывает оболочку семени и проникает в почву. Затем начинает расти первый лист, заключенный в прозрачный колпачок (колеоптиле). Как только проросток («шильце») оказывается на поверхности, листок выходит через щель колеоптиле и разворачивается, то есть появляются всходы растений. Они переходят на самостоятельное питание, получая воду и минеральные вещества через зародышевый корень.

Всходы тимopheевки, райграса многолетнего, костра безостого появляются в оптимальных условиях на третьи-четвертые сутки; затем всходит овсяница луговая, райграс высокий, лисохвост луговой; несколько позднее — ежа сборная и канареечник тростниковидный (на пятые-седьмые сутки); значительно позднее и менее дружно появляются всходы мятлика лугового.

Полевая всхожесть семян, как правило, меньше лабораторной (исключение составляют свежееубранные семена). Снижение всхожести в чистых посевах связано, с одной стороны, с разнокачественностью семян (даже убранных в один срок) с наследственно разных растений, убранных с разных соцветий и их частей, зацветающих последовательно (стадийная разнокачественность), с другой — с внешними условиями: неодинаковая глубина залегания семян после заделки (а следовательно, и разные температуры, влажность), механические препятствия, поражаемость микроорганизмами и зоонаселением почвы и др. Всхожесть семян в полевых условиях особенно снижается при посеве в неблагоприятные сроки или при загущении. По сводным данным опытов на средних суглинках Н. И. Рыжова и М. А. Филимонова (Московская область), полевая всхожесть злаковых трав составляет в среднем немногим более 50% (табл. 6).

Таблица 6

Полевая всхожесть семян злаковых трав (в % от лабораторной)

Трава	Средняя	Наибольшая	Наименьшая
Костер безостый	62	72	46
Овсяница луговая	56	72	40
Тимофеевка луговая	52	62	40
Лисохвост луговой	51	63	43
Мятлик луговой	39	48	27

На торфяных почвах по годам она изменялась у крупных семян от 50 до 90%, а у мелких — от 20 до 68% (Казанцев, 1959).

Она снижается, как правило, по мере уменьшения веса 1000 семян. Наибольшие отклонения наблюдаются у семян трав, недавно освоенных в культуре. В пределах вида более крупные семена также имеют повышенную полевую всхожесть.

Всхожесть и вес 1000 семян злаковых трав в равной мере зависят от толщины и ширины зерновок. При сортировании их на решетках с круглыми или продолговатыми отверстиями и всхожесть и вес 1000 семян получают близкими. Следует отметить, что, по данным английских селекционеров, более мелкие семена характерны для более долговечных сортов злаков и клевера белого.

В. Крокер и Л. Бартон (1955) отмечают более быстрое набухание и более дружное прорастание селекционных сортов по сравнению с неулучшенными вследствие высокой сосущей силы сортовых семян.

При формировании проростка развивается главная верхушечная почка. Она содержит от 4—5 листовых образований<sup>1</sup> (овсяница луговая, ежа сборная, регнерия, житняк) до семи (костер безостый, пырей ползучий). Из конуса нарастания проростка (точки роста) образуются первые ассимилирующие зеленые листья. В дальнейшем из зародышевой почки семени образуется главный (осевой) побег. Из пазушных почек, заложенных в основании появляющихся листьев, образуются боковые побеги второго, а затем и последующих порядков (поколений), то есть растение начинает куститься. Каждый новый побег вначале существует за счет материнских корней, в дальнейшем образуя свои. Большой жизненный цикл заключается в смене ряда поколений, возникающих из почек «зоны кушения», расположенной в нижней части побегов («узел кушения», по В. Р. Вильямсу, 1922).

Количество, качество, мощность (крупность по толщине и высоте) побегов имеют большое практическое значение; они определяют урожай и питательную ценность растений, продолжительность и способ использования, позицию растения в смешанном сообществе и др.

Общие закономерности побегообразования луговых злаков были раскрыты В. Р. Вильямсом (1922), в дальнейшем их развивали С. П. Смелов, Н. К. Татарникова (1947, 1966), И. Г. Серебряков (1952, 1959), Т. И. Серебрякова (1955—1964), П. В. Лебедев с сотрудниками (1957—1968) и др.

Сейчас принято выделять три основных типа побегов: укороченные вегетативные, удлиненные вегетативные и

<sup>1</sup> Листовое образование морфологически включает листовой валл (зародыш листа), листовой пленчатый зачаток (примордий) и колпачковый листочек.

генеративные (плодоносящие). Первые состоят целиком из листьев; у большинства злаков они низкорослые; они могут жить 2—4 года, в зависимости от вида и формы злака. Вторые есть не у всех злаков; они отличаются от генеративных отсутствием соцветий и существуют один год, так же как и генеративные. Злаки с большим количеством таких побегов наиболее ценные при создании сеяных сенокосов, так как эти побеги более облиственные, листья их больших размеров и содержат больше протеина и витаминов, чем генеративные. К ним относятся костер безостый, канареечник тростниковидный, тимopheевка луговая, полевица белая, райграс высокий, пырей ползучий.

По преобладанию тех или иных побегов и их высоте различают злаки верховые (высокорослые), низовые (низкорослые) и промежуточные (среднерослые). Для первых типично преобладание стеблевых листьев (на генеративных и удлинённых побегах); для вторых — приземных (укороченных побегов). По наблюдениям П. В. Лебедева (1968), длина листовой пластинки на стебле изменяется независимо от высоты растений. Так, у низового мятлика лугового и верхового злака регнерии она составляла 5—6 см, у верхового костра безостого — 8—12 см, а у промежуточного злака ежи сборной — 35—50 см.

В начале роста все злаки формируют из пазушных почек укороченные вегетативные побеги. Дальнейшая судьба их зависит от принадлежности данного вида к тому или иному типу развития и кушения. В разделении луговых трав по типу развития пока еще нет единого мнения. Так, А. К. Федоров (1968) выделяет травы озимого типа и двуручки. Первые в год посева не плодоносят и в дальнейшем не цветут после первого укоса. Вторые в год посева образуют генеративные побеги и могут ежегодно цвести вторично. Относить их к яровым, по его мнению, не следует, так как они зимостойки; типичные яровые этим качеством не обладают. В группу озимых он относит ежу сборную, овсяницу луговую, райграс многолетний, костер прямой, полевицу белую, лисохвост луговой, мятлик луговой и др.; в группу двуручек — тимopheевку луговую, райграс высокий, регнерию, пырей бескорневищный, а из бобовых — люцерну синюю, клевер двукосный, раннеспелый, эспарцет закавказский. В то же время А. К. Федоров отмечает отсутст-

вне резких границ между этими типами развития и выделяет промежуточный тип — полуозимых, относя к ним клевер красный позднеспелый одноукосный и костер безостый.

Некоторые авторы относят ежу сборную, лисохвост луговой, мятлик луговой к промежуточным формам между озимым и яровым типом. Сохраняя разделение трав по типу развития на яровые и озимые, С. С. Шаин (1953) принимает во внимание большое количество форм даже внутри одной популяции; поэтому он подчеркивает преобладание тех или иных форм у данного вида. Так, в группу преимущественно озимых он включает ежу сборную, райграс многолетний, житняк, волоснец сибирский, костер безостый, овсяницу луговую, овсяницу красную, мятлик луговой, полевицу белую; в группу преимущественно яровых — тимopheевку луговую, райграс высокий, пырей бескорневищный, регнерию волокнистую, райграс многоукосный, лисохвост луговой (большинство исследователей относят лисохвост к озимым). Он отмечает наличие сортов и ярового типа у овсяницы луговой и костра безостого. Практика возделывания трав на сортоучастках показала, что сорта с большим участием яровых форм, как правило, менее долголетние и часто изреживаются сильнее в неблагоприятную зиму. Это объясняется меньшей зимостойкостью яровых растений.

По типу кушения (рис. 1, 2) культурные луговые злаки делят на рыхлокустовые, у которых все образующиеся побеги надземные, и на корневищные, у которых часть побегов — подземные корневища. Они или длинные

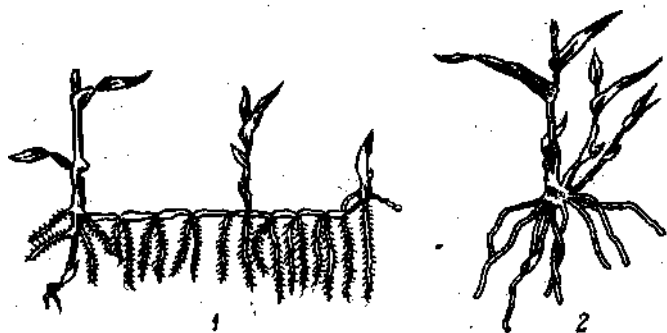


Рис. 1. Схема кушения культурных злаков:

1 — корневищные; 2 — рыхлокустовые.

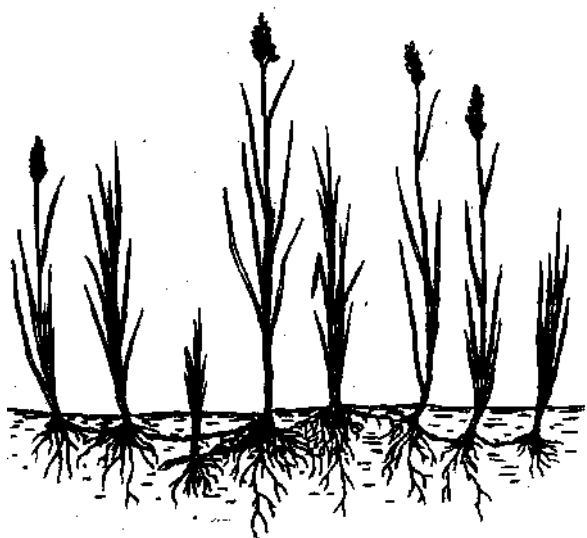


Рис. 2. Корневищно-рыхлокустовый злак мятлик луговой.

(длиннокорневищные злаки — костер безостый, пырей ползучий и др.), или более короткие (короткорневищные злаки — лисохвост луговой, мятлик луговой, полевица белая и др.).

Следует отметить, что в этом отношении злаки характеризуются высокой пластичностью. В пределах вида могут встречаться в зависимости и от наследственных свойств и от условий произрастания популяции с различной длиной корневищ или формы бескорневищные (овсяница красная, полевица белая, селекционные сорта костра безостого или мятлика болотного и др.). Выделяют группу и рыхлокустово-корневищных, у которых рыхлые кустики соединяются между собой более или менее длинными корневищами. Эта группа наименее определенная. Таким типом кушения может обладать и костер безостый и пырей ползучий и др.

У яровых рыхлокустовых злаков в год посева после развертывания 5—6 ассимилирующих листьев начинают вытягиваться междоузлия главного осевого стебля; вначале удлиняется нижнее, затем второе снизу и верхнее, а далее — средние междоузлия. У озимых форм главный побег в первый год жизни укорочен, образует до 13—14 листовых пластинок и более. С развертыванием зеле-

ных листьев у главного побега закладываются пазушные почки, из которых и развиваются боковые побеги. Количество первоначальных почек неодинаково у разных видов злаков. Меньше их, например, у ретнерии и житняка (по 3—4), больше у полевицы белой, костра безостого и пырея ползучего (по 4—5). Наибольшее их количество закладывается у озимых злаков, не образующих удлиненных вегетативных побегов, — у ежи сборной, мятлика лугового (до 18 почек).

По мере формирования главного побега и перехода его к кущению у каждого растения значительно возрастает общее число пазушных почек, возникающих и у боковых побегов. Особенно быстро возрастает оно у корневищных злаков, образующих и подземные побеги; оно достигает нескольких сотен к концу первого года жизни. Такой способ приспособления к распространению на площади делает эти злаки вегетативноподвижными, позволяя использовать пространство, удаленное от главного побега (растения).

Особенность озимых злаков, способных образовывать удлиненные побеги, заключается в том, что в год посева главный укороченный побег переходит в вегетативный удлиненный (костер безостый, пырей ползучий). Это объясняется тем (Лебедев, 1968), что у них не заканчивается световая стадия развития и они не образуют соцветий. Однако опыты С. П. Смелова показали, что при изолированном выращивании побега на достаточно питательной среде каждый побег можно довести до плодоношения.

Подземные побеги у корневищных злаков обычно образуются, начиная со второго порядка (поколения) побегов; они распространяются радиально по отношению к главному побегу. К концу вегетации длина корневищ достигает 5—15 см у костра безостого, до 30—70 см у пырея ползучего. Осенью они выходят на поверхность, образуя узел кущения и от одного до четырех зеленых листьев; эти побеги на следующий год становятся генеративными.

Таким образом, у злаков в зимовку уходят образовавшиеся к осени пазушные почки и укороченные вегетативные побеги. Генеративные и удлиненные вегетативные побеги отмирают ежегодно в малом биологическом цикле жизни растения. Образующиеся же весной из почек побеги становятся вегетативными удлиненными.



Генеративные развиваются из укороченных перезимовавших побегов.

Рядом исследований установлено, что стадию яровизации многолетние злаки проходят не в наклонувшихся, как у однолетних культур, семенах: главный побег первого года жизни — в фазе 4—5 развернутых листьев и более, а побеги второго и последующих лет — даже в фазе почки.

А. К. Федоров (1966) на основе изучения особенностей развития многолетних трав пришел к выводу, что яровизация не является обязательным условием. Некоторые многолетние травы даже при поздневесеннем посеве плодоносят без яровизации и затем после первого укоса повторно. Озимые травы тоже способны плодоносить без яровизации. В опытах А. К. Федорова они зацветали в условиях постоянного интенсивного освещения. Зачаток соцветия формируют с осени те побеги, у которых к уходу в зимовку успели развернуться 3—4 зеленых листа или более (для разных видов по разному)<sup>1</sup>. Однако чтобы на следующий год этот зачаток превратился в плодоносящий побег, необходимо обеспечить растение пластическими веществами. Большую роль на бедных почвах в увеличении количества генеративных побегов играют азотные удобрения. Вопреки прежним представлениям о преимущественном значении для генеративности фосфорно-калийных удобрений уже в 50-х годах А. Ф. Суслов (1950) на основании результатов полевых опытов рекомендовал азотную подкормку семенников трав непосредственно после уборки семян. Запоздание с ней снижало урожай семян на следующий год.

В опытах с разными луговыми травами в вегетационных сосудах П. В. Лебедев и его сотрудники (1968) показали возрастание абсолютного и относительного количества генеративных побегов при достаточно обильном азотном питании. В этих условиях у озимых злаков главные побеги цвели в год посева по типу яровых. Общая ассимилирующая поверхность листовых пластинок увеличивалась в 1,5—2 раза, повышалась интенсивность кущения, ускорялось формирование пазушных почек.

<sup>1</sup> В последних работах П. В. Лебедева (1970) показано, что к формированию генеративных органов у рыхлокустовых злаков переходят все побеги, имеющие два развернутых листа и более, а у корневых — даже в фазе почки.

Главные (осевые) побеги обладают неодинаковой продолжительностью жизни у разных злаков. У растений ярового типа, быстро развивающихся, главный побег живет в течение одного года, а возобновление новых поколений побегов затухает к 3—7-му году. У многих злаков озимого типа (медленно развивающихся) главный побег живет 2—4 года (в виде укороченного вегетативного) и жизнедеятельность особи затухает к 10—20 годам (Ржанова, 1957).

По-разному изменяется с возрастом и интенсивность кущения различных видов злаков. Рыхлокустовые злаки со средним темпом разрастания (тимофеевка луговая, регнерия, овсяница луговая) наиболее интенсивно кустятся на 2—3-м году жизни; затем кущение их постепенно снижается. Корневищные злаки с медленным темпом разрастания (как правило, более долголетние) достигают максимума к 3—4-му году жизни.

На высоком агрофоне, при обеспеченном пищевом и водно-воздушном режиме, при благоприятной почвенной реакции возрастает, как правило, и продуктивное долголетие растений (длительное сохранение высокой продуктивности). Потенциальные возможности некоторых растений в условиях культуры еще далеко не реализованы. Установленная в хозяйствах Прибалтики длительная высокая урожайность (свыше 40—50 лет) пастбищных травостоев с господством в них мятлика лугового свидетельствует о высоком его долголетии. Практически в условиях загоночного выпаса с подкосами несъеденных остатков после стравливания растения мятлика лугового почти не образуют семян. Новые растения могут появляться лишь путем заноса семян разными способами или из запасов в почве, но условия для их прорастания в плотной дернине крайне неблагоприятны. На Радвиликшской (Литва) болотной опытной станции из посеянных в 1940 г. 23 различных видов трав через 15—20 лет хорошо сохранились мятлик луговой, овсяница красная, в меньшей степени — тимофеевка луговая, овсяница луговая, мятлик болотный и костер безостый. Урожай зеленой массы смесей с овсяницей красной или мятликом луговым достигал 400 ц с 1 га при внесении фосфорно-калийного удобрения ( $P_{60}K_{90}$  ежегодно) и 500 ц с 1 га при внесении полного (NPK) удобрения (Эрингис, 1959).

На основании наблюдений в условиях невысокого агрофона (обычно с применением только фосфорно-калий-

ных удобрений или небольших доз азотных — по 30—60 кг действующего вещества на 1 га) культурные луговые злаки принято относить (Дмитриев, 1948) к следующим трем группам по долголетию: в группу с 3—5-летней продолжительностью жизни — райграсы многолетний и высокий, с 6—8-летней — тимopheевку луговую, овсяницу луговую и тростниковидную, ежу сборную, костер прямой и с 10-летней и более — костер безостый, полевицу белую, мятлик луговой, овсяницу красную, лисохвост луговой, пырей ползучий.

В настоящее время установлена высокая длительная продуктивность в посевах рыхлокустовых злаков: ежи сборной — свыше 30 лет (Адоян, 1964) и житняков — свыше 10 лет (Бегучев, 1963, и др.).

Длительность жизни растений каждой из этих групп определяется не только климатическими условиями и уровнем плодородия почвы, но и в значительной мере режимом пользования (на сено, семена, выпас, сроки отчуждения наземной массы, высота срезания и др.). В биологическом плане агротехнические меры должны быть направлены на поддержание положительного баланса запасных веществ в растениях, обеспечивающего высокий жизненный тонус растений. Большая роль в этом принадлежит жизнедеятельности корневых систем растений.

**Развитие корневой системы злаков.** Зародышевый корень в год посева разрастается по мере роста растения и часто работает даже на второй год жизни трав. Вторичная (узловая) корневая система начинает формироваться из узлов кущения с разворачивания первого листа. Количество узловых корней возрастает с образованием новых поколений побегов. В результате интенсивного ветвления протяженность их, объем и вес в первый год жизни непрерывно увеличиваются. У разных злаков корни достигают при полном их развитии разной глубины. По двухлетним наблюдениям С. П. Смелова (1966) в траншеях (по методу Ротмистрова), глубина узловых корней на среднесуглинистой дерново-подзолистой почве достигала 100—200 см (табл. 7).

Глубина проникновения корней возрастает по мере отмирания побегов после их плодоношения. Различают главную зону расположения корней (наибольшее скопление — в слое почвы 0—25 см), затем зону дальнейшего укоренения, где их количество резко падает, и далее

Таблица 7

Глубина проникновения корней злаковых трав в почву (в см)

Злак	Фаза вегетации				
	кушение	колошение	цветение	плодо- ношение	отмирание побегов
Ежа сборная	65	70	80	100	100
Лисохвост луговой	65	65	65	80	100
Мятлик луговой	50	65	65	80	125
Овсяница красная	50	50	65	80	125
Райграс многолетний	65	80	100	120	145
Овсяница луговая	65	65	100	125	160
Костер безостый	80	100	125	155	200

зону отдельных тонких корней, идущих наиболее глубоко (1,5—2 м); последние имеют существенное значение для снабжения растений водой.

Основная масса корней при пастбищном использовании расположена ближе к поверхности (0—10 см), чем при сенокосном. Это объясняется тем, что частое отчуждение стимулирует кушение и, следовательно, новое образование молодых корней; расход пластических веществ на непрерывные новообразования тормозит рост корней в глубину. Способствует такой концентрации корней поверхностное внесение удобрений и полив.

Большое значение для усвояющей способности и устойчивости растений в травосмесях имеет степень разветвленности корней и коррелирующая с ней величина их активной поглощающей (деятельной) поверхности. К сожалению, до сих пор еще не разработаны достаточно надежная методика определения активной поверхности корней и способы отделения живых корней от отмерших, но еще не разложившихся. Поэтому существующие данные по запасам корней в почве и их динамике по существу отражают крайне изменяющуюся разность между непрерывно отмирающими и непрерывно возникающими из узлов кушения и разрастающимися в глубину и ширину молодыми корнями.

По данным опытов и наблюдений С. П. Смелова с сотрудниками (1966), в процессе весеннего кушения масса корней в почве нарастает; к фазе колошения накопление их ослабевает, а после цветения вновь нарастает к зимовке.

Поскольку новое образование корней связано с кущением, очевидно, и динамика их накопления будет меняться в зависимости от энергии и продолжительности периодов интенсивного кущения злаков. Разложение же отмерших корней микроорганизмами почвы и переработка их фауной (дождевыми червями и др.) протекает тоже с различными темпами в зависимости от температурного и водно-воздушного режимов, реакции и плодородия почвы и, как было показано выше, от качества органического вещества корней.

О влиянии агроэкологических факторов на массу и распределение в почве корней позволяют судить результаты опытов, проведенных во Всесоюзном научно-исследовательском институте кормов (табл. 8).

Таблица 8

Содержание корней в слое 0—30 см на разных агрофонах на 5, 6, 7-й годы пользования пастбищем (И. П. Минина, В. И. Лашманова, А. Д. Ковалева)

Фон	Глубина (в см)	1963 г.		1964 г.		1965 г.	
		ц с л га	%	ц с л га	%	ц с л га	%
РК	0—10	84	62	182	80	86	70
	10—20	34	25	34	15	28	23
	20—30	18	13	11	5	8	7
Итого		136	100	227	100	122	100
НРК	0—10	102	77	181	84	136	87
	10—20	22	17	26	12	12	8
	20—30	8	6	8	4	8	5
Итого		132	100	215	100	156	100
НРК + полив	0—10	126	83	231	92	149	86
	10—20	15	10	15	6	21	12
	20—30	11	7	5	2	3	2
Итого		152	100	251	100	173	100

Под пастбищным травостоем с господством ежи сборной при ежегодном внесении азотной подкормки (дополнительно к фосфорно-калийному удобрению) во влажные годы масса корней возрастала, оставаясь в сухие годы (1963, 1964) примерно на том же уровне. При полном удобрении корни концентрировались больше в са-

мом верхнем слое (0—10), еще больше их было в этом слое при сочетании полного минерального удобрения с поливом. На этом фоне абсолютный вес корней возрастал по отношению к РК и NPK без полива и в сухие годы. Биологическая активность почвы при орошении увеличивалась (по выделению  $\text{CO}_2$ ), так как интенсивнее протекала минерализация органического вещества. Активная поверхность мелких, молодых корней была выше, чем на других агрофонах. Косвенно об этом можно судить и потому, что на единицу веса корней при поливе приходилось 0,50 наземной массы (в весе воздушносухой массы), в то время как по РК и NPK — 0,39.

Обращает на себя внимание, что на второй подряд острозасушливый 1964 г. к осени наблюдалось большое накопление массы корней на всех фонах вследствие повышенного содержания отмерших, неразложившихся в сухой почве корней. К осени следующего повышенно влажного года (1965) с благоприятными условиями для процессов разложения количество корневой массы приблизилось вновь к уровню 1963 г.

Образование сухой надземной массы по отношению к массе корней снижается на более бедных фонах. Такое соотношение характерно для многих дикорастущих трав бедных местообитаний.

Чтобы извлечь необходимое количество пищи и воды при низкой их концентрации в почве, эти растения развивают сильноразветвленную корневую систему; масса ее значительно превышает вес наземных органов растений. В этих условиях они получают преимущество в смешанных травостоях перед культурными сеянными травами, быстро их вытесняя.

По этой же причине соотношение между надземными и подземными частями у культурных трав сужается в более жестких климатических условиях нечерноземных областей азиатской части, где для получения тех же урожаев растения развивают более мощную корневую систему. Корневая масса здесь может превосходить сухую надземную массу; производимую за тот же срок. Так, отношение надземной массы к массе корней у пырея бескорневищного в Иркутской области равно 1 : 1, у тимopheевки луговой — 1 : 2, у житняка — 0,01 : 1 (Кузнецова, Капитонова, 1967).

Этим же объясняется наблюдающаяся в некоторых случаях большая масса корней на удобренных бедных

почвах по сравнению с удобренными вопреки обычному возрастанию ее с ростом урожая. Разложение корней идет медленнее на неудобренных участках из-за недостатка азота для целлюлозоразлагающих и других бактерий, в то время как на удобренных азотом участках при кущении образуется много молодых (мелких) корней с большой поглощающей поверхностью, но с малой массой.

Соотношение этих двух процессов и определяет конечный результат к моменту отбора проб для определения массы корней. Различия в этом отношении зависят также от типа кущения злаков и их высоты.

Длительными исследованиями П. И. Ромашова (1947—1967 гг.) установлено, что на сеянном лугу с годами процессы накопления и разложения отмирающих корней уравниваются; содержание корней (живых и мертвых) далее заметно не возрастает, сохраняясь на одном уровне, отвечающем сложившимся агроэкологическим условиям. Однако количество гумуса (и азота) возрастает. Это положение выявилось также в еще более долготлетних наблюдениях (свыше 100 лет) за сеянными травостоями на Ротамстедской опытной станции в Англии (Ричардсон, 1960).

В первые годы жизни трав наблюдается нарастание веса корней с каждым годом; это находит свое объяснение в том, что длительность существования корней не ограничивается одним годом, как предполагал В. Р. Вильямс (1922). Часть корней после отмирания побегов продолжает функционировать, снабжая водой и минеральными веществами другие побеги. Продолжительность жизни их (рис. 3) может достигать 3—4 лет (Татаринова, 1961).

При низкой концентрации питательного раствора в почве рост побегов задерживается в большей мере, чем рост корней.

С характером корневых систем связана глубина залегания узла кущения; она неодинакова у разных видов злаков. Неглубоким залеганием его от поверхности характеризуется ежа сборная, райграс многолетний; по данным А. В. Колосовой (1955), при разбросном посеве в первый год — 13 мм, на второй — 11 мм, на третий — 8 мм. Несколько глубже залегает узел кущения у овсяницы луговой и красной в течение первых трех лет жизни (15—16 мм).

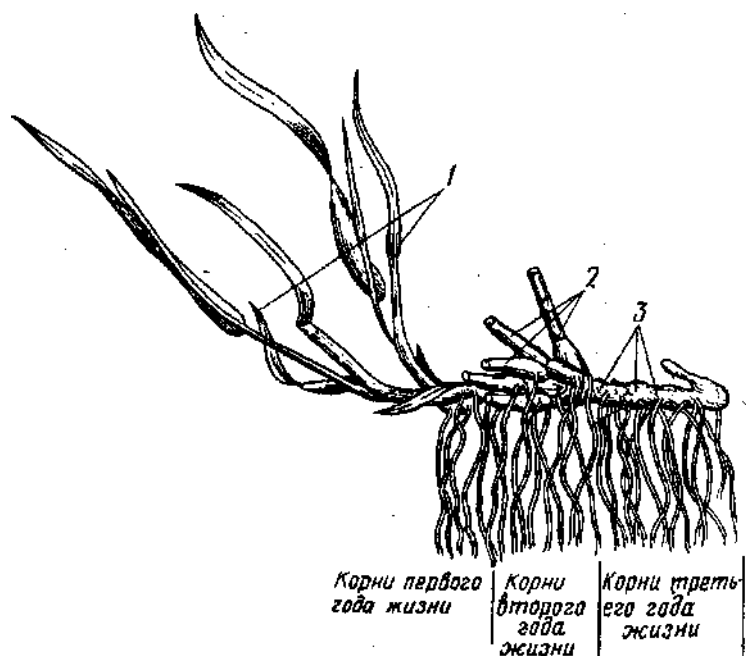


Рис. 3. Продолжительность жизни корней у злаков: тимфеевка луговая (1960 г.) — особь четвертого года жизни:

1 — зеленые укороченные побеги 1960 г.; 2 — пенки побегов, отплодоносивших в 1959 г.; 3 — остатки узлов побегов, отплодоносивших в 1958 г.

У луговых форм корневищного костра безостого узлы кушения залегают на глубине 8—10 см, а у степных — от 15 до 20 см, с годами они тоже приближаются к поверхности. У пырея ползучего узлы кушения сосредоточены на глубине 10—12 см, у мятлика лугового и полевицы белой — до 5 см.

На более рыхлых, легких почвах узлы кушения закладываются глубже, на более плотных и хорошо увлажняемых ближе.

Растения с более глубоким залеганием узлов кушения, как правило, более зимостойки и засухоустойчивы.

Рост злаковых трав и запасные вещества. Заметный рост большинства культурных злаков начинается при переходе суточной температуры через 5°C, хотя ростовые процессы могут протекать и при более низких температурах. Растут перезимовавшие укороченные побеги,



значительная часть которых готова перейти в генеративное состояние; из пазушных почек возникают новые побеги — укороченные и удлиненные вегетативные. Злаки верхового типа, особенно яровые, пластические вещества используют в большей мере на вытягивание стеблей, чем на кущение (рост в высоту). Низовые злаки относительно больше их расходуют на образование новых побегов (рост в ширину). Темп этой начальной фазы вегетации неодинаков у разных луговых злаков, а в пределах вида у различных экотипов и сортов.

Наиболее рано отрастают весной побеги у мятлика лугового, ежи сборной, лисохвоста лугового, костра безостого. Стадии же развития вплоть до образования генеративных органов раньше проходят так называемые ранние злаки — лисохвост луговой и ежа сборная: период от начала вегетации до цветения в средних широтах у них равен 40—55 дням. Средние злаки — мятлик луговой, овсяница красная, овсяница луговая, райграс многолетний, костер безостый — зацветают через 60—65 дней, а наиболее поздние — райграс высокий, тимopheевка луговая, полевица белая — через 70—75 дней. В таблице 9 приведена продолжительность периода до плодоношения у злаковых трав.

По малой продолжительности вегетации до созревания семян выделяется лисохвост луговой (71 день); он требует наименьшей суммы активных температур (1141°C). Средними сроками поспевания семян характеризуется большая часть злаков — 82—97 дней при 1339—1429°C суммы температур. Наиболее поздно поспевают семена полевицы белой, костра безостого, тимopheевки луговой.

Наряду с биологическими наследственными свойствами на темпы роста и кущения влияют и внешние факторы. Так, ранняя весенняя азотная подкормка (в начале зеленения) стимулирует разрастание растений — рост в высоту и ширину, то есть линейный рост и кущение. В большей мере используют ее растения с ранним и быстрым темпом роста и развития, всегда совпадающим с наилучшей обеспеченностью их водой зимне-весенних осадков. Азотное удобрение, внесенное в поздние сроки, когда рост побегов и кущение постепенно замедляются (к фазе полного колошения) и начинается опадение нижних листьев на стеблях, в меньшей степени используется на ростовые процессы; оно повышает со-

Таблица 9

Продолжительность вегетационного периода (в днях) у злаковых трав до плодоношения и суммы температур в средних широтах европейской части СССР (по А. Ф. Суслову, 1955)

Культура	Дни	Сумма температур (в °C)
Лисохвост луговой	71	1141
Ежа сборная	83	1357
Мятлик луговой	82	1339
Канареечник тростниковидный	84	1365
Овсяница красная	83	1357
Овсяница луговая	85	1393
Райграс многолетний	87	1429
Полевика бедак	94	1475
Костер безостый	97	1609
Тимофеевка луговая	105	1742

**Примечание.** Односторонняя азотная подкормка удлиняет вегетационный период на 4—6 дней; полное минеральное удобрение на продолжительность этого периода заметного влияния не оказывает. Азотное голодание задерживает дифференциацию генеративных тканей. В других случаях задержка происходит из-за недостатка меди и калия (на торфах) или бора и др.

держание азота в растениях. В практике луговодства известно, что сухая весна с ранним наступлением высоких температур ускоряет образование генеративных органов при небольшой высоте травостоя и, наоборот, вегетативное состояние растений и рост их растягиваются в дождливые, холодные весны, так как задерживается прохождение очередных стадий развития растений. То же наблюдается и после первого укоса.

Таким образом, соотношение между процессами роста и развития в большей степени зависит и от гидротермических факторов. Полив в жаркую погоду стимулирует и разрастание растений и нормальное прохождение стадий развития, что обеспечивает высокие урожаи трав (при обязательном применении многоукосного использования).

После скашивания наблюдается физиологическая пауза. Она бывает более продолжительной, если при скашивании отщипывается много зеленых фотосинтезирующих частей растения (то есть чем ниже срез), если по тем или иным причинам меньше содержание запасных пластических веществ в органах запаса, если гидротермические условия после укоса складываются неблаго-

приятно для роста. Этим, в частности, объясняется меньшая эффективность полива сразу после скашивания или низкого стравливания. Второй и последующие укосы (или отава) формируются побегами, образующимися из спящих почек, и побегами, не затронутыми косилками (на высоте 5—6 см от поверхности).

Конец вегетации наступает при суточных температурах ниже 5° С, в средних широтах — в первой декаде октября.

При многоукосном (три и более) использовании, практикуемом при заготовке травяной муки или сенажа, первый укос снимают в фазе колошения. Этот срок критический для многих трав, так как в этой фазе рост растений замедляется и пластические вещества переключаются на образование генеративных органов. Ежегодное скашивание в такие ранние сроки в последующем уменьшает число и вес генеративных побегов, снижает мощность кустов, вызывает редукцию корневой системы, то есть изреживает травостой. Наиболее отрицательно реагируют на ранний срок скашивания полевица белая, тимopheевка, овсяница луговая; слабо — костер безостый, райграс высокий (Вошинин, 1951).

Первое отчуждение надземной массы при загонном выпасе проводят еще раньше — в фазе кущения. Исследования С. П. Смелова с сотрудниками (1966) показали большое значение для быстрого отрастания степени обеспеченности растений запасными веществами. Основными органами запаса у большинства злаков служат нижние междоузлия, их утолщения в основании стебля (например, гаплогорм — луковички у тимopheевки), узлы кущения (укороченные междоузлия), корневища и корни. Запасными веществами являются углеводы, азотные вещества, минеральные соли. Наиболее исследована динамика запасных углеводов.

При определении степени обеспеченности растений запасными веществами в тот или иной период жизни следует принимать во внимание не только процентное содержание их, но и общую массу органов запаса. В связи с этим изменяется и обеспеченность особи запасными углеводами.

Данные Н. И. Козловой (1962) свидетельствуют о неодинаковом снижении с годами уровня накопления запасных углеводов у различных злаков. Например, на третий год жизни при срезании по пастбищному типу

количество углеводов снизилось у тимopheевки и сохранилось на прежнем уровне у мятлика лугового. Прикорневые листья последнего, не затронутые срезом, обеспечивали непрерывную фотосинтезирующую работу растений, поддерживая в них необходимое балансовое соотношение запасных веществ.

При использовании долголетнего пастбища или сенокоса задача заключается в поддержании оптимального соотношения между расходом создаваемых растениями веществ на образование новых тканей и отложением этих веществ в запас. У всех злаков необходимое количество запасных веществ можно поддерживать в течение более длительного времени созданием наиболее благоприятных условий для жизнедеятельности растений (водное и минеральное питание, высота и частота отчуждения и др.). Кратко агробиологические свойства луговых злаковых трав изложены в таблице 10.

#### **АГРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ ТРАВ**

В отличие от злаковых трав семя бобовых является зародышем в семенной оболочке. Зародыш состоит из двух семядолей, зачаточного корешка и почечки; в ней находится точка роста первого стебля. Семядоли содержат запас питательных веществ. Набухание семян протекает быстрее, чем у семян злаков, и при меньшем содержании влаги в почве; они обладают более высокой всасывающей способностью. Исключение составляют так называемые твердые семена (с наиболее длительным периодом послеуборочного покоя); их больше у бобовых, сравнительно недавно введенных в культуру из дикорастущих (например, у эспарцета песчаного, донников и др.). Количество твердых семян зависит и от условий уборки. Мертвые семена набухают быстрее, чем живые (Филимонов, 1961).

Семена клевера начинают прорастать в почве при температуре 1—2°C, теплолюбивых (люцерна, донник и др.) при 3—6°C. Более дружные и полные всходы первых появляются при температуре 8—10°C, а вторых 12—14°C. Всходы бобовых переносят заморозки до 4°C.

В пределах рН от 5 до 9 прорастание семян протекает нормально; в равной мере они прорастают на свету и в темноте (опыты в лабораторных условиях).

**Агробиологические свойства**

Вид	Полевая всхожесть семян	Рост в год посева	Тип разви- тия	Средняя высота растения в фазе полного цветения	Наибольшая облиствен- ность куста	Отраста- ние с весны
<b>Верховые</b>						
Тимофеевка луговая	Сред- няя	Средне- быстрый	Яро- вой	100—120	¾	Медлен- ное
Овсяница луговая	Высокая	То же	Ози- мый	100—120	¾	Быстрое
Ежа сбор- ная	"	Сначала медленный, затем быстрый	"	100—120	¾	Очень быстрое
Райграс вы- сокий	"	Быстрый	Яро- вой	120—140	¾	То же
Пырей бес- корневищ- ный	"	Медлен- ный	"	70—80	¾	Замед- ленное
Регнерия волокну- стая	"	То же	"	70—80	¾	То же
Волоснец сибирский	Сред- няя	" "	Ози- мый	90—110	¾	"
Костер без- остый	Высокая	Средне- быстрый или замед- ленный	Ози- мый	120—150	¾, ⅔	Быстрое
Лисохвост луговой	Сред- няя	Медленный	То же	100—130	⅔	Очень быстрое
Канарееч- ник трост- никовид- ный	То же	Средне- быстрый	"	150—170	⅔	То же
Пырей пол- зучий	Сред- няя растя- нутая	Медленный	"	100—120	¾	Медлен- ное
<b>Низовые</b>						
Райграс многолет- ный	Высокая	Очень быстрый	Ози- мый	60—80	¾	Быстрое
Житняк	"	Медленный	То же	50—60	¼	Замед- ленное
Мятлик болотный	Слабая	Средне- быстрый	" "	60—80	¾, ¼	То же

луговых злаковых трав

Отрастание после 1-го укоса	Срок полного цветения	Отрастание после стравливания	Способ размножения в травостое	Потенциальная продолжительность жизни	Глубина проникновения корней
<b>рыхлокустовые</b>					
Умеренное	¼ июля	Слабое	Семенной	Свыше 10 лет	Средняя
Хорошее, мало стеблей	2/3 июля	Хорошее	.	То же	Большая
Очень хорошее, мало стеблей	¼ июня	Очень хорошее	.	..	.
Хорошее со стеблями	¼ июля	Очень слабое	—	5—7	.
Умеренное со стеблями	¼ июля	Слабое	—	До 10 лет	Средняя
То же	¼ июля	.	—	То же	.
..	2/3 июля	Очень слабое	—	Свыше 10 лет	Большая
Хорошее, мало стеблей	¼ июля	Хорошее	Семенной и вегетативный	Неопределенно долго	Очень большая
Хорошее, мало стеблей	2/3 мая	То же	То же	То же	Большая
То же	2/3 июня	Слабое	..	..	Очень большая
Умеренное	2/3 июля	.	Вегетативный и семенной	..	То же
<b>рыхлокустовые</b>					
Умеренное много стеблей	2/3 июля	Очень хорошее	Семенной	8—10	Небольшая
Умеренное без стеблей	¼ июня	Хорошее	Семенной и вегетативный	10—15	Большая
То же	2/3 июня	Умеренное	Семенной	10—15	Небольшая

Вид	Полевая всхожесть семян	Рост в год посева	Тип разви- тия	Средняя высота растения в фазе полного цветения	Наибольшая облиствен- ность куста	Отраста- ние с весны
-----	-------------------------------	----------------------	-------------------	--	---	----------------------------

**Низовые рыхлокустово-корневищные или**

Мятлик лу- говой	Слабая	Очень мед- ленный	Ози- мый	60—80	$\frac{1}{2}$	Быстрое
Овсяница красная	Средняя	То же	То же	40—50	$\frac{1}{2}$	.
Полевница белая	.	Средне- быстрый	.	60—80	$\frac{1}{2}$ , $\frac{3}{4}$	Замед- ленное

Примечания к таблицам 10, 12. 1. Полевая всхожесть семян ратории семенам; средняя — 45—65 и слабая — менее 45%.

2. Высота растений дана на среднем агрофоне; у побегов поздние усиливается; в сухие годы он снижается.

3. Облиственность показана для первой трети высоты куста от

4. По срокам цветения между сортами одного вида разница может быть на 8—10 дней раньше. Начиная со 2—3-го года пользо первого года пользования. При движении на восток начало цветения вую половину, а  $\frac{2}{2}$  — вторую половину месяца.

5. Способ размножения имеется в виду при создании долголет ление (по мере изреживания травостоя) новых растений из твердых белого длительное существование в травостоях при выпасе обусловле.

6. Малая продолжительность жизни у бобовых — до трех лет;

7. Глубина проникновения корней у злаков: небольшая — до большая — свыше 200 см.

Полевая всхожесть бобовых немного больше, чем злаков (табл. 11).

Посевные качества бобовых трав определяются степенью выполненности. Семена, отсортированные на решетах с продолговатыми отверстиями, имеют больший вес 1000 штук.

После выхода из семени корешка усиленно растет подсемядольное колено; оно выносит на поверхность семядоли с почечкой. Из нее через несколько дней после выхода семядолей образуется первый ненастоящий лист, а через 1—2 недели — настоящий сложный лист из трех пластинок (кроме эспарцетов).

Дальнейшее развитие, как и у злаков, определяется типом стадийного развития. К озимому типу (по

Отрастание после 1-го укоса	Срок по- лого цве- тения	Отраста- ние после страни- вания	Способ размножения в травостое	Потенци- альная продолжи- тельность жизни	Глубина про- кивления корней
-----------------------------------	--------------------------------	---	--------------------------------------	---	------------------------------------

## корневищные

Хорошее, без стеблей	½ июня	Очень хорошее	Семенной и вегета- тивный	Неопре- деленно долго	Небольшая
Умеренное, без стеб- лей	½ июня	То же	То же	То же	.
Хорошее, без стеблей	½ июля	Умерен- ное	. .	10—15	Средняя

высокая — выше 65% по отношению к чистым взходящим в лабо-  
спелых сортов обычно она больше. На высоком агрофоне рост резко  
поверхности —  $\frac{1}{3}$ , второй  $\frac{2}{3}$  и для третьей трети —  $\frac{2}{3}$ .  
жет достигать двух недель и более. В сухие годы начало цветения  
вания растения обычно цветут на 3—5 дней позднее, чем молодые  
приходится на более поздние календарные сроки.  $\frac{1}{2}$  означает пер-

них травостоев. У клевера красного и розового имеет значение появ-  
семян или из заносимых с калом пасущихся животных. У клевера  
но самообсеменением.

средняя — до 4—5; большая — свыше 6—7 лет.

60—80 см, средняя — до 100—120, большая — до 150—200; очень

Таблица II

## Полевая всхожесть бобовых на средних суглинках (в %)

Культура	Средняя	Наиболь- шая	Наимень- шая	Число образцов
Люцерна посевная	61	79	44	97
Клевер красный	59	70	44	78
Клевер белый	60	68	43	83

С. С. Шайну) относят позднеспелый (одноукосный, се-  
верный) клевер красный, клевер розовый, эспарцет обык-  
новенный (посевной); к яровому типу — раннеспелый  
(двуукосный, южный) клевер красный, клевер белый,



люцерны синюю и синегибридную, лядвенец рогатый (имеет и озимые формы). Разные авторы, так же как и по злакам, применяют неодинаковую терминологию, а иногда дают различную характеристику бобовым по типу развития.

Наиболее распространенные в луговом травосеянии бобовые относятся к высокорослым или среднерослым растениям, за исключением клевера белого; по типу кушения — к кустовым формам со стержневым главным корнем и разной степенью разветвленности боковых. В отличие от других бобовых клевер белый имеет наземные ползучие побеги, способные на влажной почве укореняться из стеблевых узлов; из них разрастается мочковатая корневая система.

Бобовые озимого типа развития в первый год к зиме образуют розетку из укороченных побегов. В дальнейшем развитии у разных видов есть свои особенности.

У озимой формы клевера красного материнский побег сохраняется в течение всей жизни в укороченном состоянии и служит органом ежегодного вегетативного возобновления. В отличие от злаков, у которых идет смена поколений, центральная почка клевера каждый год разветвляется в листья; из пазушных почек, образующихся в основаниях листьев, развиваются новые побеги. Побег следующих поколений образуются на стеблях второго (ветвление).

После укосов этот процесс повторяется. Каждый побег живет один год. К 3—4-му году жизни активность центральной почки затухает. При 4—5-кратном стравливании деятельность ее ослабевает быстрее из-за недостаточного срока для восстановления в корневой шейке необходимых пластических веществ; выпад растений (в первую очередь с наиболее слабым кушением) возрастает. Сильное изреживание клеверного травостоя наблюдается и при осенней пастбе на отаве скота, особенно низко скусывающих траву овец и лошадей. В этом случае снижается зимостойкость из-за недостатка запасных веществ и отсутствия защищающего от морозов полога листьев. Более устойчивы растения, формирующие к осени мощную, хорошо развитую розетку листьев. На это и должны быть направлены агроприемы (сроки скашивания и выпаса, подкормка и др.). Следует отметить, что правильный умеренный выпас (не более трех циклов), ранние укосы (при двуукосном использовании) при

достаточном фосфорно-калийном удобрении и известковании на 1—2 года удлиняют продуктивную жизнь особей клевера красного в смешанных травостоях. Основная причина — устранение затеняющего (а иногда и иссушающего) влияния злаков; во второй половине лета (в третьем цикле) он в таких случаях преобладает в травостоях.

*Клевер розовый*, позднее освоенный в культуре, всегда содержит в своих популяциях и яровые и озимые формы (приспособление к существованию в природных условиях), менее и более долголетние. Разным их соотношением определяются и существующие отличия в оценке клевера розового по типу развития и долголетия. Так, в опытах Г. К. Абрамовой (1950) у высейных беспокровно и под покров ячменя 42 образцах (Ленинградская область) большая часть растений обильно цвела в год посева; вышедшие из-под покрова зацвели на 20 дней позднее. Выпадал клевер розовый после двух лет пользования.

Ф. И. Янсон (1968) постоянно отмечал в своих опытах (Эстония) и зацветающие в год посева растения и образующие только розетку. В отличие от клевера красного новые побеги клевера розового в следующие годы после посева образуются от прикорневых междоузлий старых на высоте до 4 см и более (Абрамова, 1950). Этим обуславливается меньшая его устойчивость к выпасу. Каждое новое поколение побегов клевера розового развивается из клеток более стадийно старых, чем предшествующие. После уборки на семена в большинстве случаев растения отмирают. Однако в практике встречаются посевы (Янсон, 1968), где травостой сохраняется и после уборки на семена. Видимо, рациональной системой подкормок можно сформировать достаточно крепкие растения, сохраняющие питательные вещества для дальнейшего побегообразования.

Растения клевера розового в культуре живут дольше (3—4 года) при скашивании в ранние фазы (бутонизация, начало цветения), в период активного образования меристематической ткани. При большом количестве цветущих растений в год посева их следует подкосить с таким расчетом, чтобы успели к уходу в зимовку отрасти молодые побеги; иначе эти растения зимой отмирают.

Отмечаемое более высокое долголетие (пять лет и более) популяций клевера розового в природных смешан-

ных травостоях может быть связано с наличием в них различных по долголетию форм и систематическим пополнением за счет семенного возобновления. Имеет значение и задержанное развитие растений в густом травостое; полный биологический цикл их жизни растягивается (но и продуктивность популяций при этом снижается).

Обилие клеверов розового, красного, белого в смешанных травостоях (так называемые клеверные годы) наблюдается обычно при ограниченном (из-за засушливости) осеннем кущении злаков в предшествующем году. При благоприятных для бобовых перезимовке и весеннем температурном режиме они быстро используют пространство среди изреженных злаковых трав. Этими же условиями определяется успех или неуспех подсева бобов в природные или сеяные травостой.

Особенности развития клевера белого заключаются в том, что уже в год посева из почек материнского укороченного побега формируются стелющиеся побеги (плети) второго поколения, они заканчиваются вегетативной почкой, а в узлах укореняются. На плетях образуются генеративные органы в форме округлых головок на цветоножках. Материнский побег вместе со стержневым корнем отмирает в первый или второй год жизни. Оставшиеся плети растут верхушечной почкой, давая боковые побеги с новыми листьями. С возрастом рост плетей замедляется, а часть побегов, на которых развивались цветущие головки, ежегодно отмирают. Таким образом, плеть постепенно укорачивается и погибает через 3—4 года после посева семян. Поэтому продолжительность жизни большинства особей клевера белого примерно такая же, как клевера красного. Основной способ его размножения на долголетних пастбищах — семенной. Обычное размещение клевера белого в смешанном травостое небольшими куртинками и определяется характером его разрастания и семенного размножения.

*Люцерна* развивается по типу яровых растений и в год посева (беспокровного) обычно образует слабую розетку и 3—5 стеблей. После скашивания из спящих почек на корневой шейке развивается уже сильная розетка листьев. На следующий год в кусте люцерны число генеративных стеблей может достигать 50—70. Она характеризуется, как и лядвенец рогатый, наибольшим долголетием из культурных бобовых (6—8 лет и более). Длительность продуктивной жизни в большой степени

зависит от режима подкормок и увлажнения, а также от интенсивности использования (сроки, число, высота укосов или стравливания). В смешанных посевах продуктивность зависит и от правильного подбора компонентов.

У всех бобовых массовое отрастание весной начинается при более высоких температурах, чем у злаков, а именно при устойчивых среднесуточных температурах воздуха выше  $10^{\circ}\text{C}$  (в районах с малоснежными, суровыми зимами несколько позже, после прогревания размерзающей почвы).

У кустовых бобовых корень стержневой с большим количеством боковых ответвлений, он достигает у клевера красного уже в год посева к зиме 1 м, а в последующие годы — 1,3—1,5 м, у люцерны и эспарцетов — свыше 2 м. Менее глубокие корни — у клевера розового, наименее глубокие — у белого. Это позволяет клеверу розовому и белому расти хорошо на почвах с близким залеганием грунтовых вод. Мелкое укоренение последнего обуславливает в сухие годы выгорание растений на суходольных местообитаниях.

Глубокое укоренение люцерны и эспарцетов делает их наиболее засухоустойчивыми, поскольку они используют влагу более глубоких горизонтов. Несмотря на значительную глубину проникновения корней большинства культурных бобовых, все же основная масса их содержится в верхнем слое — 0—10 см; например, у клевера красного до 90% общего их веса на дерново-подзолистых, 75—80% на черноземных почвах.

Особенность кустовых бобовых — способность втягивать корневую шейку в почву. По наблюдениям академика П. И. Лисицына, в первый год жизни она заглубляется у клевера красного на 2—3 см, а к третьему году — до 4—6 см. Это создает лучшие условия увлажнения, смягчает колебания температуры для формирования почек возобновления и повышает зимостойкость растений.

Клубеньковые бактерии, живущие в симбиозе с бобовыми, образуют клубеньки уже на ранних стадиях развития; к моменту образования первого тройчатого листа они начинают усваивать азот воздуха. Основная их масса сосредоточена на боковых корнях, достигая максимума в фазе бутонизации. Количество и вес их затем уменьшаются; отмирание преобладает над новообразованием, так как основной поток пластических веществ

**Агробиологические свойства**

Вид	Полевая всхожесть семян	Рост в год посева	Тип развития	Средняя высота к фазе пол- ного цве- тения	Наибольшая обнажен- ность куста	Отраста- ние с весны
Клевер красный одноуко- сный	Высо- кая	Медлен- ный	Озимый	70—90	$\frac{2}{3}$	Замед- ленное
Клевер красный двууко- сный	То же	Средне- быст- рый	Яровой	60—70	$\frac{2}{3}$ , $\frac{3}{4}$	Быстрое
Клевер ро- зовый	Невысо- кая	Быст- рый	"	60—70	$\frac{2}{3}$	Раннее, быстрое
Клевер бел- ый	То же	Медлен- ный	"	25—35	$\frac{2}{3}$	Раннее, быстрое
Лядвенец рогатый	Сред- няя	Средне- быст- рый	"	50—80	$\frac{2}{3}$	Раннее, быстрое
Люцерна си- няя	Высо- кая	Медлен- ный	"	80—120	$\frac{2}{3}$ , $\frac{3}{4}$	Задер- жанное, затем быстрое
Люцерны гибридные	Сред- няя	То же	"	80—120	$\frac{2}{3}$ , $\frac{3}{4}$	То же
Эспарцет обыкновен- ный (вико- листный)	Высо- кая	Средне- быст- рый	Озимый	50—60	$\frac{2}{3}$ , $\frac{3}{4}$	Доволь- но бы- строе
Эспарцет закавказ- ский	То же	Средне- быстрый	Полу- озимый	60—70	$\frac{2}{3}$ , $\frac{3}{4}$	То же
Эспарцет песчаный	Невы- сокая	Медлен- ный	Яровой	60—70	$\frac{2}{3}$ , $\frac{3}{4}$	Замед- ленное

растения направляется к репродуктивным органам. Меньше их и при посеве в смесях с некоторыми злаками, сильно угнетающими рост бобовых.

Наблюдения за динамикой корней эспарцета в течение вегетационного периода (Масандилов, 1958) показали, что количество мелких боковых корней очень подвиж-

Отраста- ние после первого укося	Срок полного цветения	Отраста- ние после стравли- вания	Способ размноже- ния в тра- востое	Потенци- альная продолжи- тельность жизни	Форма корней и глубина их про- никновения в почву
Хоро- шее, средне- быстрое	2½ июля	Среднее	Семен- ной	Малая	Стержнемоч- коватый, до 120—150 см
Хоро- шее, быстрое	¼ июля	Хоро- шее	То же	"	Стержневой, до 100—120 см
Среднее	Середина июля	Слабое	Семен- ной	Средняя	Стержневой, неглубокий
—	С начала июня до конца осе- ни	Хоро- шее, быстрое	Семен- ной, ве- гетатив- ный	Малая	Стержнемоч- коватый, мел- кое залегание (до 40 см)
Быстрое	Середина июня	Слабое	Семен- ной, ве- гетатив- ный	Большая	Стержневой, сильноветвя- щийся до 150 см
"	¼ июля	Хоро- шее	Семен- ной ве- гетатив- ный	То же	Стержневой до 150—200 см и более
"	¼ июля	То же	Вегета- тивный, семен- ной	" "	То же
Медлен- ное, сла- бое	¼ июня (раннеспелый)	Слабое	—	Малая	Стержневой, средняя, до 100 см
То же	То же	"	—	Сред- няя	Глубокая, свы- ше 150 см
" "	2½ июня (поздне- спелый)	"	—	Сред- няя, большая	Глубокая

но. Оно то возрастает в результате образования новых, то уменьшается вследствие отмирания старых корней. Максимальное количество их обычно накапливается к фазе цветения, а к концу вегетации оно уменьшается. Однако при летнем остром недостатке влаги в после-укосный период наблюдается, наоборот, усиленное фор-

мирование новых корней во второй половине лета. У клеверов рост корней обычно приостанавливается в фазе цветения — созревания семян; у люцерны продолжается с весны до осени. Наибольшей массой корней (в слое 0—10 см) из бобовых культур характеризуются люцерны (Тарковский и др., 1957).

Запасные вещества локализуются у бобовых в корневой шейке и нижних междоузлиях побегов, а у клевера красного и в материнском укороченном побеге. Клевера отличаются от злаков более высоким содержанием крахмала (особенно в нижних междоузлиях у клевера красного и в ползучих стеблях у клевера белого), больше в них моносахаров и меньше дисахаров (Козлова, 1962).

У клевера красного урожай на следующий год снижался при срезании его менее чем за 30—40 дней до конца вегетации. Этот срок необходим для восстановления запасных углеводов и образования сильной розетки прикорневых побегов перед уходом в зимовку. Отрицательно он реагирует и на ранний срок срезания — в фазе бутонизации по сравнению с фазой цветения. Абсолютная обеспеченность его в этом случае запасными веществами резко снижалась на третий год жизни. Поддерживать их количество можно сменой сроков скашивания, повышением уровня пищевого и водного режимов; эти меры позволяют продлить продуктивное долголетие клевера красного.

Наиболее исследована динамика запасных веществ у люцерны. Советскими и зарубежными исследованиями установлено, что она не выносит низкого стравливания. Первый срок должен быть не ранее фазы зацветания  $\frac{1}{10}$  части цветков; число стравливаний не более трех (Grass, 1948, и др.). Петерсен (Petersen, 1966) на основании наблюдений в ГДР, где культура люцерны распространилась особенно за последние 10—15 лет, считает, что это положение установлено в условиях невысокого агрофона и оно должно быть пересмотрено. Создание оптимальных условий позволит более интенсивно использовать эту ценную и для луговодства культуру и продвинуть ее далеко в северные области лесной зоны. По темпам отрастания и числу укусов она стоит на одном из первых мест наряду с клевером красным и белым. Наименьшей отавностью обладают эспарцеты и клевер розовый.

По продолжительности вегетационного периода до цветения к ранним (начало июня) относят клевер белый; к средним (вторая половина июня, начало июля) — клевер розовый, лядвенец рогатый, люцерны, эспарцеты (есть и раннеспелые), клевер красный раннеспелый; к поздним (вторая половина июля) — клевер красный, позднеспелый.

По срокам цветения в пределах каждого вида наблюдается широкое разнообразие сортов. Наиболее растянутым периодом цветения отличается клевер белый и лядвенец рогатый.

Кратко агробиологические свойства бобовых трав изложены в таблице 12 (примечание см. к табл. 10 на стр. 52—53).



## АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОЗДЕЛЫВАЕМЫХ ЛУГОВЫХ ТРАВ

---

Сеяные искусственные луга создают на разных элементах рельефа (местоположениях), на целинных землях или разной степени окультуренности, в различных почвенно-климатических зонах. Потенциальное и активное плодородие их изменяется в значительно более широких пределах, чем в условиях полевого травосеяния.

В зависимости от материнских пород и развивающихся на них почв (механический состав, физико-химические свойства), экспозиции склонов, глубины и качества почвенно-грунтовых вод, окружающих угодий (степень распаханности или облесенности) и других условий на одних и тех же элементах рельефа могут складываться различные условия существования луговых трав, то есть определенные местообитания. Каждому местообитанию присущи характерные для него водно-воздушный, тепловой и связанный с ними солевой (пищевой) режим, а также реакция почв. Режимы могут иметь различную степень выраженности (напряженности) и отличаться относительно устойчивым или резко переменным характером.

Задача луговода заключается в том, чтобы правильно использовать сложившиеся режимы на данном типе местообитания, определяющие возможную продуктивность сеяных трав, и найти способ наиболее экономичного их регулирования или коренного изменения применительно к конкретному производственному типу хозяйства (по степени интенсивности животноводческой отрасли и кормопроизводства).

Решать это можно путем радикального улучшения тех или иных режимов для посева трав или их смесей наиболее продуктивных, наиболее требовательных к почвенному плодородию: двустороннее регулирование водного режима на осушаемых землях, орошение на суходолах, обильное удобрение, доведение реакции почвы известкованием до слабокислой, близкой к нейтральной и т. д. Решение задачи может пойти и по пути менее интенсивных, более дешевых технических приемов: не-

глубокое понижение уровня грунтовых вод, средние дозы удобрений, известкование по неполной гидролитической кислотности и т. д.

В последнем случае подбирают травы, наиболее приспособленные к таким агроэкологическим режимам, то есть выдерживающие, например, довольно высокое стояние грунтовых вод, слабокислую реакцию среды, умеренный пищевой режим и др. Они должны обеспечить максимально возможный урожай при данном уровне активного плодородия почвы, создаваемого проектируемыми агроприемами.

Поэтому для наиболее точного определения состава сеяного сообщества для уровня и изменчивости регулируемых режимов важно наряду с агробиологическими свойствами растений знать и отношение их к режимам среды в чистых посевах и особенности реакции на те же факторы в посевах с другими компонентами.

Особо важное значение для продуктивности луговых трав имеет водный режим, связанная с ним аэрация почвы и пищевой режим (особенно снабжение растений азотом).

Все виды культурных трав дают наибольший урожай, потенциально возможный по их наследственным задаткам, при содержании воды в почве около 70—80% полной ее влагоемкости, при реакции почвы, близкой к нейтральной, и при бесперебойном снабжении азотом, необходимыми зольными элементами, включая микроэлементы.

Различаются травы амплитудой того или иного режима (их сочетания), при которой способны давать экономически оправданный урожай. Например (опыты И. П. Мининой и А. Е. Алексеевой, 1958—1963), тимopheевка луговая способна давать на суходоле с дерново-подзолистыми почвами при ежегодном полном удобрении ( $N_{120}P_{60}K_{90}$ ) 50—60 ц сухой массы с 1 га (среднее за пять лет пользования), а при внесении только фосфора и калия — 30—35 ц с 1 га. Ежа сборная за те же годы при полном удобрении не уступала в урожае тимopheевке, а при внесении только фосфора и калия ее урожай составил 20—25 ц с 1 га.

В опытах Н. М. Ахламовой (1968) в тех же почвенных условиях при резко повышенной дозе удобрений ( $N_{300}P_{100}K_{180}$ ) ежа дала более высокий урожай, чем тимopheевка (рис. 4).

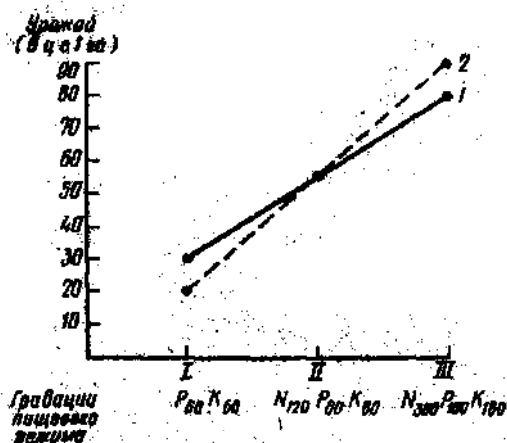


Рис. 4. Урожай тимофеевки и ежи сборной в зависимости от уровня питания растений: 1 — тимофеевка; 2 — ежа сборная.

Следовательно, тимофеевка лучше использует менее богатый пищевой режим, а ежа сборная, наоборот, более богатый.

Канареечник тростниковидный отличается очень широкой амплитудой приспособления к водному режиму: в культуре он дает высокие урожаи на суходолах и затопляемых на два месяца пойменных местообитаниях (опыты А. Ф. Суслова, 1952—1962, с высевом на суходоле семян, собранных с дикорастущих зарослей канареечника на пойме реки Оки). Близкая к нему в этом отношении амплитуда у лисохвоста лугового и ковра безостого. Сдвиг в сторону приспособленности к более низкой обеспеченности водой имеет райграс высокий, овсяница луговая, ежа сборная, не выдерживающие длительного затопления.

Существующие характеристики «влаголюбивый» или «сухотлюбивый» и т. д. следует понимать как относительно большую выносливость («терпимость») к избытку или недостатку влаги сравнительно с оптимумом, способность лучше использовать среду при тех или иных градациях значения данного фактора.

Элленберг (Ellenberg, 1959) высевал в бетонированных ваннах, разделенных внутри эбонитовыми перегородками на изолированные полосы, различные луговые

злаки. В ваннах в течение вегетационного периода уровень воды поддерживали от нуля (выход на поверхность) по наклонной линии до глубины 2 м. Наибольший урожай изучаемые злаки дали при близком для всех трав среднем уровне стояния воды. Но лисохвост луговой достаточно хорошо развивался и при высоком стоянии воды, в то время как многие другие травы снижали урожай на более ранних ступенях насыщенности почвы водой. Сухолюбивый костер прямой хорошо переносил довольно высокое стояние воды, образовав воздушные ходы в корнях. В природных сообществах в подобных условиях увлажнения он не встречается, вытесняясь влаголюбивыми.

В опытах Сарненской научно-исследовательской станции по освоению болот Украинского научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации (Демьянич, 1963) различные травосмеси изучали при разной степени осушения. На слабоосушенном участке торфяника (грунтовые воды 43—53 см от поверхности) при 90—97%-ной влажности от полной влагоемкости верхнего слоя (0—20 см) наибольший урожай дали смеси тимopheевки, мятлика болотного, полевицы белой, лисохвоста лугового, клевера розового. На интенсивно осушенном торфянике (грунтовые воды 111—122 см от поверхности) при 56—74%-ной влажности от полной влагоемкости выделялись тимopheевка, костер безостый, ежа сборная, клевер красный. На среднеосушенном участке (грунтовые воды 53—67 см от поверхности) при 83—84%-ной влажности от полной влагоемкости смеси и из сухолюбивых и из влаголюбивых трав дали большие урожаи (около 80 ц с 1 га), чем на менее или более интенсивно осушенных торфяниках.

Экологические характеристики трав, полученные в смешанных посевах, не отражают подлинного отношения видов к экологическим факторам местообитания, а зависят от складывающихся взаимоотношений с другими. Так, в опытах ВНИИК (И. П. Минина, 1952—1963 гг.) мятлик луговой в смеси с костром безостым и тимopheевкой положительно реагировал на азотное удобрение, давая прибавку урожая при пастбищном использовании травостоя; а в смеси с ежой сборной и лисохвостом луговым, наоборот, отрицательно, снизив урожай. Известно, что в чистых посевах он относится к азотолюбивым видам. Однако оба верховых более ранних злака (ежа и

лисохвост) использовали весеннюю подкормку азотом в первую очередь и поставили мятлик луговой в условия недостаточного снабжения азотом, а затем и светом.

Еще меньше пригодны для экологической характеристики трав наблюдения в природе. Здесь, как правило, растения существуют в сложных многовидовых издавна сложившихся сообществах. Реакция их на режимы является не прямой, она обусловлена и реакцией на те же факторы совместно произрастающих членов сообщества и количественным их соотношением. К тому же в культуре многие травы в результате селекционной их переработки значительно изменили наследственную основу и состав первоначальных популяций. Значительно меняется в культуре и среда обитания растительности на том же местоположении. Например, на кратковременном лугу притока реки Пышмы (Свердловская область) мятликовое пастбище в среднем за пять лет давало 10—12 ц сухой массы с 1 га, при подкормке полным минеральным удобрением продуктивность его возрасла до 32—35 ц с 1 га, а при распахке и посеве смеси с люцерной, костром безостым и другими верховыми травами урожай пастбища вырос до 82 ц с 1 га при тех же дозах удобрений.

Глубокоукореняющиеся люцерна и костер безостый способны были использовать залегающие на глубине около 2 м грунтовые воды, в то время как мятлик луговой выгорал в сухие периоды (Медведев, Раткевич, 1964).

О степени изменения агротехникой природных режимов можно судить по тому, что луговая форма костра безостого, свойственная в природе богатым пойменным лугам, высевается на разных элементах рельефа от Прибалтики до Дальнего Востока и от Полярного круга до степной зоны включительно. Некоторые виды, например райграс многолетний, райграс высокий, люцерну, высевают на тех местообитаниях и в тех областях, где они в природе не встречаются.

По мере нарастания обеспеченности водой и необходимыми элементами питания возрастает продуктивность растений в чистых посевах до возможного для данной популяции максимума; при избыточном питании увеличивается процентное содержание азота и зольных элементов в тканях растений.

Наиболее высокой способностью использовать обильное снабжение факторами роста обладает ежа сборная. По данным Лампетера (Lampeter, 1963), при сочетании полива сточными водами до 7000 куб. м в год с обильным минеральным удобрением при многократном скашивании она давала около 200 ц сухой массы с 1 га. Однако избыточное снабжение водой и азотом приводило к быстрому изреживанию травостоя ежи сборной (снижение зимостойкости и устойчивости к заболеваниям и др.).

В условиях атлантического климата хорошо используют высокий агрофон райграсы многолетний, многоукосный и их гибриды, обладающие способностью быстро отрастать и интенсивно куститься.

При сенокосном использовании, естественно, большую массу способны наращивать быстрорастущие высокорослые травы с большим количеством генеративных и удлиненных вегетативных побегов; при пастбищном — травы, обладающие наряду с интенсивным ростом способностью быстро развивать большое количество мощных укороченных побегов.

По данным А. А. Ничипоровича и других исследователей (1961) при возможно полном использовании солнечной радиации в средних широтах можно довести сбор сухой массы трав с 1 га посева до 150—200 ц. Теоретически же возможны биологические урожаи в 600—700 ц сухой массы с 1 га. У. Дейвис в Англии (1958) и Э. Пааш в ГДР (1956) называют возможный при пастбищном использовании урожай 140—160 ц сухой массы с 1 га (около 15 000 кормовых единиц). Рекордный урожай сена (200 ц с 1 га) в умеренно континентальных климатических условиях был получен на Московской опытной болотной станции (Тюнеев, 1958) при двустороннем регулировании водного режима на низинном торфянике и обильном удобрении.

Поскольку данных о прямой реакции различных трав в чистых посевах на различные факторы крайне мало, известной придержкой для их характеристики служат накопившиеся (к сожалению, ограниченные) сведения (отечественные и зарубежные) о поведении трав на сеяных и улучшенных культурных лугах. Характеристика чистых посевов трав в полевом травосеянии может быть использована для окультуренных луговых почв суходольных местоположений.

## ОТНОШЕНИЕ К ВОДНО-ВОЗДУШНОМУ РЕЖИМУ

Петерсен (1961) по состоянию влажности делит почвы сельскохозяйственного пользования нечерноземной полосы на 12 ступеней — от очень сырых до очень сухих. В пределах каждой ступени выделяет более и менее богатые почвы. Очень «свежие» и умеренно влажные почвы (оптимальное увлажнение) он оценивает баллами 1 и 2; со знаком минус от 1 до 5 оцениваются традациии более сухие, а со знаком плюс — более сырые. При переменном увлажнении баллу придаются оба знака (табл. 13).

Таблица 13

Ступени увлажнения почвы (оценка в баллах, по Петерсену)

Балл	Состояние влажности	Пригодность под сельскохозяйственные угодья
5—	Очень сухие	Предпочтительно использовать под пашню и лесопосадки. В естественном состоянии — низкопродуктивные выгоны
4—	Умеренно сухие	
3—	Суховатые	
2—	Довольно свежие	Наиболее пригодны для устройства продуктивных пастбищ и сенокосов
1—	Свежие	
1	Очень свежие	
2	Умеренно влажные	То же
1+	Влажные	
2+	Очень влажные	
3+	Переувлажненные не сильно	Требуют осушения. В естественном состоянии низкокачественные сенокосы
4+	Сырые	
5+	Очень сырые	

Для ступеней 4 + и 5 + на бедных (с низким активным плодородием) почвах характерны мелко- и крупно-осоковые луга; на богатых почвах в поймах рек даже с близко расположенными, но богатыми кислородом грунтовыми водами развиваются высокорослые канареечниковые травостой (в течение вегетационного периода глубина грунтовых вод около 40 см) с урожаем сена до 150 ц с 1 га. Для ступени 3 + характерны щучники; после распахки можно сеять лисохвост луговой, тимофеевку, мятлик болотный, полевицу белую. После отвода избыточных вод они переходят в ступень 2 +; в этом случае, кроме названных, можно высевать и ежу сборную, овсяницу луговую, райграс многолетний, мятлик

луговой, клевер белый и розовый. Щучка луговая на этой ступени сильно засоряет культурные травостой. Ступени 1 и 2 пригодны для всех злаков и бобовых. С влажностью почвы, отвечающей ступени 2—, наиболее мирятся райграс высокий, ежа сборная, мятлик луговой, костер безостый, клевер красный, люцерна. Ступень 3 — выносят райграс высокий, овсяница красная, мятлик луговой, костер безостый и прямой, лядвенец рогатый, люцерны и клевер красный. Овсяница красная обладает большим количеством экотипов и растет от местообитаний с близкими грунтовыми водами до сухих.

При освоении торфяников с мощностью торфяного слоя 60—80 см в областях с суммой годовых осадков 500—600 мм ступени увлажнения 1 и 2 достигают поддержанием уровня грунтовых вод на 60—80 см от поверхности: ступени 3 — опусканием их до 1 м, а ступени 3+ при глубине грунтовых вод около 40 см. В последнем случае осушенный торфяник более пригоден для сенокосного луга, чем для пастбища.

При осушении тяжелых минеральных почв для создания режима влажности почвы, отвечающего ступеням 1 и 2, грунтовые воды следует поддерживать на уровне 1,0—1,2 м от поверхности, а на легких — 60—80 см. Сеяные сенокосы на этих ступенях увлажнения дают урожай 60—80 ц сена с 1 га за два укоса. При внесении фосфорно-калийного удобрения и известковании хорошо разрастаются при этом увлажнении бобовые. Оптимальная влажность для трав лежит в пределах от 60—70 до 90—100% полевой влагоемкости корнеобитаемого слоя почвы.

Потребность в воде на образование сухого вещества у луговых злаков значительно больше, чем у однолетних; она колеблется от 450 до 600 г на 1 г сухого вещества (транспирационный коэффициент), в то время как у хлебных злаков — от 350 до 450. У бобовых транспирационный коэффициент несколько ниже, чем у луговых злаков.

По мощности роста в зависимости от наличия влаги академик И. В. Ларин (1969) выделяет такой ряд растений — от более влаголюбивых к менее влаголюбивым по шести ступеням увлажнения:

- 1) канареечник, бекманья;
- 2) лисохвост луговой, костер безостый, полевица белая;



3) костер безостый, полевица белая, тимopheевка, овсяница луговая, райграс многоукосный, мятлик луговой, клевер розовый и белый, лядвенец рогатый;

4) костер безостый, овсяница луговая, мятлик луговой, ежа сборная, райграс высокий, клевер красный и белый;

5) костер безостый, пырей бескорневищный, волоснец сибирский, житняк песчаный (узкоколосый) и гребневидный (ширококолосый) (лиманые экотипы), эспарцеты, люцерна посевная и желтая;

6) люцерна желтая, житняк гребневидный.

Выше уже отмечалось, что на высоком агрофоне некоторые травы (канареечник, лисохвост луговой и др.) можно с успехом возделывать и в более сухих условиях (например, отвечающих в этом ряду 4-й ступени) или в более увлажненных (например, люцерна посевная и гибридная).

При создании сеяных лугов на поймах в условиях затопления учитывают отношение трав и к продолжительности стояния полых вод. По устойчивости к затоплению травы располагаются в такой ряд (по Раменскому, 1938): 1) слабоустойчивые (выдерживают затопление не более 2—5 дней) — ежа сборная; 2) среднеустойчивые (затопление до 10—15 дней) — овсяница луговая и красная, тимopheевка, клевер красный, розовый и белый; 3) вполне устойчивые (не вымокают при затоплении от 15 до 30 дней) — мятлик луговой и болотный; 4) особо устойчивые (30—45 дней и более) — полевица белая, костер безостый, пырей ползучий, лисохвост луговой, канареечник и бекмания обыкновенная.

Приносимый полыми водами наилок большой мощности (до 4—5 см) лучше выдерживают верховые корневищные злаки, особенно лисохвост луговой (до 10 см); менее мощный (до 2—3 см) — корневищные низовые — полевица белая, мятлик луговой; рыхлокустовые злаки и клевера способны хорошо отрастать лишь при небольшой мощности наилка (около 1 см илистого или несколько больше песчанистого).

В тесной связи с водным режимом находится воздухообеспеченность растений и состав почвенного воздуха. На дерново-подзолистых почвах, по исследованиям И. Н. Николаевой (1965), воздухопроницаемость резко снижается при переходе к подзолистому горизонту. Нормальный газообмен между почвенным и атмосферным

воздухом. происходит лишь при влажности 70% от полной влагоемкости и менее. В течение вегетационного периода содержание воздуха колебалось от 15 до 25% (от объема почвы) во влажные и от 25 до 35% в засушливые годы. При переувлажнении в теплый период года количество воздуха снижалось до 5%; содержание в нем углекислоты увеличивалось до 1—6%, а концентрация кислорода падала (5—15%). Поэтому при длительном переувлажнении нарастает оглеение почвы, снижается подвижность многих минеральных соединений (марганца, железа и алюминия возрастает) и микробиологическая деятельность. Установлено, что под травами концентрация углекислоты в слое 0—50 см выше в 1,5—2 раза, чем под зерновыми. Это объясняется значительно большим объемом корней у трав. Она возрастала в период интенсивного цветения злаков и бутонизации клевера красного.

По Э. Расселу (1955), концентрация  $\text{CO}_2$  под травами не должна превышать 1,46%. Некоторые луговые злаки обладают приспособлением в виде межклетников (воздухоносных ходов), через которые корни получают кислород из атмосферы (канареечник, бекмания).

#### **ОТНОШЕНИЕ К ПИЩЕВОМУ РЕЖИМУ**

Потребность луговых злаков в азоте в 1,5—2 раза выше, чем хлебных злаков. Средний урожай злакового сена 50 ц с 1 га при содержании в нем 1,5% азота выносит 75—80 кг азота, кроме того, примерно такое же количество ежегодно закрепляется в корнях.

При пастбищном использовании азота выносятся еще больше: каждые 50 ц сухого вещества травы в фазе до колошения (при 2,5% азота в ней) выносят 125 кг, а в корнях, корневых остатках и стерне содержится до 150—160 кг (к 3—4 годам пользования).

Азот находится в первом минимуме в минеральных почвах и на многих типах торфяников. Исключение составляет хорошо разложившийся торф, но по мере использования запасов торфа при долголетней культуре в севооборотах с однолетними растениями (особенно на мелких торфяниках) также возникает потребность в азоте. По данным К. И. Эрингиса (1964), за год парования в условиях Литвы разлагается 170 ц органического вещества торфяника на 1 га. Происходит постепенное осе-

дание поверхности торфяников (примерно на 2,5 см в год) и обеднение азотом. При долголетнем же залужении интенсивный после первичной обработки процесс нитрификации и минерализации быстро затухает и луговые злаки обычно с 3—4-го года начинают испытывать азотное голодание.

Физиологическая роль азота в питании луговых злаков особенно велика: он входит в состав белков, нуклеиновых кислот, ферментов, гормонов, хлорофилла и других соединений. Высокий уровень азотного питания повышает содержание хлорофилла, растения принимают темно-зеленый цвет, повышается интенсивность фотосинтеза, азот увеличивает ассимиляционную площадь листьев и удлиняет их жизнь. Влияет он и на процессы водообмена в растениях. Повышается содержание протоплазмы в клетках, стенки клеток утончаются, в результате повышается оводненность растений и появляется опасность полегания трав. При высоких дозах азотного удобрения (свыше 150 кг действующего вещества на 1 га) в зеленой траве содержится 15—17% сухого вещества, а без удобрений — 27—30%, то есть на каждые 100 ц зеленой травы в первом случае выходит 15 ц сухой, а во втором — вдвое больше. Это наряду с оценкой питательности корма следует учитывать при оценке эффективности азотного удобрения.

При сенокосном использовании азот увеличивает количество и вегетативных и генеративных органов. Для роста и стадийного развития могут складываться такие условия, что соотношение между разными побегами у верховых злаков решается в пользу генеративных органов и мощность их резко возрастает (высота и толщина). Это приводит к снижению качества сена (при уборке его в фазе цветения и позднее).

Различные злаки используют азот удобрений на образование наземной массы (урожая) не в одинаковой степени. Показательны результаты опытов, проведенных Т. Реми и И. Фастером (1931) с различными дозами азотных удобрений в вегетационных сосудах с чистыми посевами трав (табл. 14).

По эффективности использования малой дозы азота (2 г) изучаемые травы делятся на три группы. Эффективнее на производство урожая его используют первые пять злаков; слабее других — овсяница луговая, райграс многолетний, мятлик луговой и засоритель посевов —

Таблица 14

Урожай различных трав в зависимости от дозы азотного удобрения в относительных величинах (за 100% принят урожай без удобрения)

Трава	Доза удобрений (в г на соעד)		
	2	4	6
Мятлик обыкновенный	390	622	818
Лисохвост луговой	379	618	690
Райграс высокий	378	567	681
Ежа сборная	349	590	764
Тимофеевка луговая	358	447	468
Овсяница луговая	271	445	565
Мятлик луговой	267	400	482
Райграс многолетний	299	491	624
Щучка дернистая	216	297	345
Клевер белый	170	193	198
Клевер красный	144	166	152

щучка дернистая. Меньше всех повышали урожай клевера.

При обильном азотном питании наибольшую прибавку урожая дают мятлик обыкновенный и ежа сборная, немногим меньше лисохвост луговой, райграс высокий. В первую группу переходит райграс многолетний, в то время как тимopheевка, наоборот, во вторую; она значительно слабее других способна использовать азот на производство урожая. Овсяница луговая, уступив тимopheевке по реакции на малую дозу удобрения, лучше использовала высокую. На высокую дозу слабо реагировала щучка дернистая, что дает культурным злакам преимущество перед ней на хорошо удобряемых участках; еще слабее — клевера, которые, как известно, в смешанных посевах вытесняются злаками при повышенных дозах азотных удобрений.

В полевых опытах ВНИИК (С. П. Смелов) с использованием трав на сено (два укоса) получена близкая закономерность при внесении полного удобрения ( $N_{90}P_{60}K_{60}$ ) на дерново-подзолистых известкованных почвах (табл. 15).

Наибольшую прибавку дали ежа сборная и райграс многолетний, наименьшую — тимopheевка и овсяница луговая; среднее положение занял лисохвост луговой (недостаток влаги) и костер безостый. Невысокий фон плодородия (без удобрений) лучше использовала тимopheевка и овсяница луговая; их урожай выше в этих

Урожай сухой массы трав за два укоса (в.ц с 1 га)

Трава	Без удобрений	По удобрению
Овсяница луговая	61,5	88,9
Тимофеевка луговая	62,2	86,6
Ежа. сборная	47,6	91,1
Райграс многолетний	43,7	89,3
Костер безостый	41,1	68,1
Лисохвост луговой	46,3	70,6

условиях, чем других злаков. На повышенном фоне наиболее высокий урожай сухой массы дали райграс многолетний и ежа сборная.

Действие азотного удобрения может меняться не только от доз, но и от сроков внесения (отвечающих тем или иным фазам вегетации и стадиям развития), от гидротермических факторов, типа почвы, степени ее окультуренности, режима пользования и т. д.

В связи с этим может в той или иной мере изменяться и порядок расположения трав по их реакции на азотное питание и его уровень.

При оценке отзывчивости растений на азотное удобрение нельзя ограничиваться только величиной урожая. По мере увеличения доз удобрений возрастает не только урожай, но и процентное содержание азота в растениях, а следовательно, и сбор сырого протеина с единицы площади. Так, в опыте Н. М. Ахламовой (1968) процент сырого протеина от первой ( $N_{50}$ ) ко второй ( $N_{150}$ ) и третьей дозам азота ( $N_{300}$ ) возрастал с 14,1 до 17,5 и 21,7% (средневзвешенный по срокам скашивания). Содержание его снижалось во влажную теплую погоду, когда травы расходовали азот на бурный рост в благоприятных для фотосинтеза условиях, и, наоборот, в холодную, влажную погоду (весной и осенью) растения способны поглощать из почвы значительное количество азота, но в результате слабого фотосинтеза энергетический материал для его дальнейших превращений недостаточен. В эти периоды в растениях накапливается большое количество азота. По способности накапливать азот в этом опыте в первую группу вошел костер безостый (от 16,9% азота при дозе  $N_{50}$  до 25,3% при дозе  $N_{300}$ ), во вторую — овсяница луговая, ежа сборная, тимофеевка (от 14,8 до 22,7%); меньше накапливал азота

мятлик луговой (от 13,6 до 20,4%). Таким образом, при среднем содержании азота в неудобренном влаковом пастбищном травостое 2—2,5% (около 13—15% сырого протеина) при больших дозах азотного удобрения оно возрастает до 3—4%. Высокое содержание азота снижает зимостойкость растений и делает их более подверженными различным грибковым и бактериальным заболеваниям.

Так, в упомянутых ранее опытах Т. Реми наибольшее содержание азота в тканях растений при высоких дозах азотного удобрения отмечено у райграса многолетнего (около 6%); на этом фоне он страдал от мучнистой росы и полегал. У животных корм с избыточным содержанием азота тоже может вызвать заболевания как вследствие нарушения соотношения между зольными элементами, так и вследствие избыточного содержания нитратов в небелковой части протеина.

В задачу луговода входит регулирование азотного удобрения на пастбищах в направлении максимального использования его на рост растений, на повышение числа циклов скармливания, а не на избыточное содержание протеина в корме (дозировка, дробность, сроки внесения).

По-иному может стоять вопрос при производстве сена, сенажа или высокобелковой травяной муки с содержанием протеина не менее 16%.

Как правило, листья содержат больше протеина, чем стебель. Поэтому облиственность растений служит косвенным признаком в оценке его содержания. Наибольшей облиственностью высокорослые злаки характеризуются, как известно, в фазе до цветения, пока процесс отмирания нижних листовых пластинок перекрывается нарастанием их в верхних частях стеблей; ранние первые укосы способствуют и большим урожаям вторых укосов с хорошей облиственностью растений.

Наследственная способность к большей рослости у верховых злаков сравнительно с низовыми обуславливает и различия в использовании азота при сенокосном режиме.

Так, на богатых почвах краткосрочного луга при удобрении  $N_{90}$  в годы, благоприятные по осадкам, самый высокий урожай сена за два укоса костра безостого и лисохвоста лугового составил 135—140 ц с 1 га, а мятлика лугового — 90 ц с 1 га (Раткевич, 1964).

Для повышения содержания протеина у верховых злаков необходимы ранние сроки укосов и увеличение их числа при высоких дозах азотного удобрения; это обеспечивает и более высокий сбор протеина с единицы площади.

Поскольку бобовые обеспечиваются азотом воздуха в процессе симбиоза с клубеньковыми бактериями, азотное удобрение может иметь для них значение лишь на самых ранних этапах весеннего отрастания. В этот период активность бактерий ограничивается невысокими температурами почвы (оптимум для их деятельности 18—20°C).

В другие периоды жизни азотное удобрение нерационально, так как бобовые переключаются на питание азотом удобрений, а клубеньковые бактерии угнетаются. Поэтому для бобовых большее значение приобретает создание оптимальных условий для жизнедеятельности бактерий: достаточное увлажнение почвы и аэрация ее, реакция почвы, близкая к нейтральной, обеспечение Са, Р, К, серой и микроэлементами (особенно молибденом, медью и бором).

Химический анализ растений свидетельствует о различной способности их извлекать питательные вещества из почвы. Бобовые обычно содержат больше кальция и магния, чем злаки; некоторые злаки — больше калия, чем бобовые.

По данным анализов Маха и Германа (по Ромашову, 1969), в чистых посевах основных злаков и клевера содержание  $P_2O_5$  колебалось у злаков от 0,43 до 0,70, у клеверов — от 0,53 до 0,75% (на сухое вещество);

Таблица 16

Содержание окисей фосфора, калия и серы в луговых травах  
(по Маху и Герману) (в %)

Трава	$P_2O_5$	$K_2O$	$SO_2$
Тимофеевка луговая	0,43	2,28	0,35
Овсяница луговая	0,63	2,91	0,42
Ежа сборная	0,70	3,40	0,49
Мятлик луговой	0,60	2,13	0,41
Овсяница красная	0,63	2,03	0,34
Клевер розовый	0,53	3,13	0,40
Клевер белый	0,75	3,18	0,59
Клевер красный	0,61	2,76	0,38

$K_2O$  — соответственно от 2,03 до 3,40 и от 2,76 до 3,18%;  
 $SO_3$  — от 0,34 до 0,49 и от 0,38 до 0,59% (табл. 16).

Судя по выносу с урожаями, наиболее требовательна к фосфору, калию и сере из злаков ежа сборная, а из клеверов — белый. Эти данные относятся к богатым почвам.

На бедных дерново-подзолистых почвах содержание минеральных элементов значительно ниже. В опытах П. И. Ромашова с сотрудниками (1969) при использовании злакового травостоя на сено содержание  $P_2O_5$  в зависимости от удобрения колебалось от 0,43 до 0,48, а  $K_2O$  — от 1,66 до 2,04%. При пастбищном использовании злаков  $P_2O_5$  содержалось от 0,51 до 0,65%, а  $K_2O$  — от 2,92 до 3,10%; ежа сборная накапливала  $K_2O$  при высоких дозах удобрения больше, чем мятлик луговой и тимopheевка (4,22 против 3,60 и 3,28%).

#### ОТНОШЕНИЕ К РЕАКЦИИ ПОЧВЫ

Кислая реакция почвенной среды и высокое содержание подвижного алюминия и марганца в почве нарушают углеводный и белковый обмен в луговых травах: в растениях накапливается большое количество моносахаров и небелковых форм азота, тормозится фотосинтез, урожай снижается. Отрицательное влияние кислотности на травы сильнее проявляется на более легких почвах с малым содержанием коллоидов и на слабокультуренных почвах всех разностей.

Реакция среды и содержание подвижных форм полуторных окислов в связи с гидротермическим режимом подвержено значительным колебаниям в течение вегетационного периода.

По обобщению П. И. Ромашова, 1969), культурные травы способны хорошо наращивать массу в следующих интервалах pH: от 4,6 до 5,9 — канареечник тростниковидный, костер безостый, райграс многолетний, мятлик луговой и обыкновенный, щучка дернистая; от 5,6 — до 7,9 — овсяница луговая, тимopheевка луговая, ежа сборная, лисохвост луговой, полевица белая, райграс высокий; от 5,5 до 8,3 — люцерны, клевера, эспарцеты, люцerneц рогатый.

В зависимости от удобрений и режима влажности, а в смешанных посевах и от сопутствующих компонентов эти интервалы могут для каждого вида изменяться. Но



для получения наиболее высоких урожаев важно поддерживать реакцию почвы в интервалах 6—6,5 для бобовых и не ниже 5,5 для большинства злаков. Близкую к нейтральной реакцию почвы требуют пырей бескорневишный, регерия, волоснец сибирский, люцерна.

Внесенный в известковых материалах кальций нейтрализует кислотность почвы, свертывает почвенные коллоиды, что способствует образованию водопрочной структуры и нерастворимых форм гумуса (гуматы кальция). В результате улучшаются водно-воздушный и тепловой режимы, возрастает доступность минеральных солей (особенно фосфора и др.), увеличивается микробиологическая деятельность свободноживущих азотфиксаторов, клубеньковых бактерий и нитрификаторов; возрастает численность зоонаселения, особенно количество дождевых червей. Последние играют большую роль в переработке отмирающих частей растений. Количество в почве подвижного алюминия, марганца и железа, тормозящих рост растений и вызывающих изреживание травостоя, снижается.

#### **ОТНОШЕНИЕ К ТЕПЛОВому РЕЖИМУ**

По направлению с запада на восток в лесной зоне нарастает континентальность климата с присущими ему низкими температурами при невысоком снежном покрове зимой и высокими температурами летом. В этих условиях наиболее устойчивы пырей бескорневишный, волоснец сибирский, костер безостый, житняк, люцерны, эспарцеты.

В Восточной Сибири (Иркутская область) травы начали сеять в полях только с начала текущего столетия. Посевы завезенными семенами из европейской части вымерзали, кроме пырея бескорневишного (американского) и люцерны желтой (Кузнецова, Капитонова, 1966). В результате селекционной работы к настоящему времени выведены высокопродуктивные и зимостойкие сорта клевера красного и выделены местные его популяции (Сибиряк, Киренский, Тулунский, Шерагульский и др.), гибридных люцерн, желтой люцерны (Камалинская 930, Онохойская 6 и др.), выявлена перспективность эспарцета песчаного. Из злаков дополнительно к названным выведен зимостойкий сорт тимopheевки Никитаевская — для подтаежных районов и северной лесостепи.

В широтном направлении в культуре наиболее далеко идут на север европейской части СССР (в лесотундру и тундру) лисохвост луговой, мятлик луговой, то есть растения с ранним и быстрым прохождением малого биологического цикла жизни. С повышением агротехники, несомненно, продвинуется далее на север и теплолюбивые культуры. Из них большое значение приобретают для северных областей лесной зоны люцерны. Распространение их здесь ограничивает не температурный режим, а почвенные условия. Об этом свидетельствует опыт США, где за последние три десятилетия расширилось известкование кислых почв подзолистой зоны и внесение фосфорно-калийных удобрений. Это позволило продвинуть посевы люцерны далеко на север. Для культурных клеверов известна коррелятивная связь между позднеспелостью и зимостойкостью. Но по мере продвижения на север у них селектируется признак скороспелости в сочетании с зимостойкостью (печорские клевера).

И. И. Туманов (1951) установил, что для повышения зимостойкости у растений требуется определенный ход низких осенних температур, в процессе которых происходят глубокие биохимические и физиологические изменения в клетках («закаливание»): обезвоживание, накопление сахаров и других защитных веществ, способствующих меньшему образованию льда в клетках, повышению устойчивости клеток к замерзанию в них воды и др. Эти изменения в клетках обуславливают резкое снижение дыхания у закаленных растений в зимнее время. Зимостойкость зависит также от ряда внешних факторов. Она понижается при сильнокислой реакции почвенной среды и высоком содержании подвижных форм алюминия, железа, марганца при бедном пищевом режиме.

В суровых условиях Восточной Сибири снежный покров 10 см обеспечивает удовлетворительную, а 20 см хорошую зимовку люцерны.

При глубоком снежном покрове бобовые выпадают чаще весной при резких суточных колебаниях температуры («веснотойкость», по Струве, 1929). На переувлажненных осенью почвах, а также весной при ее быстром замерзании могут происходить разрывы корней и выпирание бобовых трав.

На ход перезимовки оказывает влияние также и состояние растений к этому времени. Хуже перезимовыва-

ют растения, ослабленные неблагоприятными условиями предшествовавшего вегетационного периода (засушливость или ход осенних температур, не обеспечивающих закалку), неправильный режим пользования (перетравливание, чрезмерно низкое или высокое, позднее скашивание). В этих случаях растения уходят под снег с недостаточным количеством запасных веществ. Особенно велик бывает выпад при установлении снежного покрова на талой земле и при чередовании низких температур зимой с оттепелями. В эти периоды травы усиленно расходуют запасные вещества на дыхание. Ослабленные растения выпадают главным образом вследствие грибных заболеваний (фузариоз, склеротиния и др.). Такое явление называют выпреванием. Имеет значение для перезимовки и возрастное состояние растений. Например, молодые клевера первого и второго года жизни лучше переносят зимовку, чем растения, близкие к окончанию полного биологического цикла жизни (3—4 года жизни).

У злаков имеет значение глубина залегания узлов кущения, неодинаковая у разных видов и изменяющаяся с возрастом. У рыхлокустовых злаков по мере образования новых поколений побегов, а также в результате оседания (уплотнения) обработанной почвы узлы кущения с годами приближаются к поверхности. Поэтому старовозрастные травостой обычно изреживаются сильнее, чем молодые. И, наоборот, у высокорослых корневищных злаков корневища после посева углубляются до 10 см и более. Молодые травостой у них могут больше, чем старые, страдать в неблагоприятные зимы. Так, зимой 1959—1960 гг. на двухлетних посевах сильнее, чем на семилетних, был изрежен костер безостый, а ежа сборная, наоборот, на семилетних выпала сильнее, чем на двухлетних (Минина, 1969).

Показательны трехлетние наблюдения за зимостойкостью многих трав в условиях обильного летнего и зимнего (круглогодного) орошения трав сточными водами, отепляющими зимой почву, на коллекционном питомнике Центральной научно-исследовательской станции по сельскохозяйственному использованию сточных вод Всесоюзного научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации (табл. 17).

В этих условиях из бобовых наиболее зимостойкой и продуктивной оказалась люцерна, затем лядвенец ро-

Таблица 17

**Зимостойкость растений при круглогодичном орошении и средний урожай за три года**

Трава	Сорт	Количество переживавших растений (в %)			Урожай зеленой массы (в ц с 1 га)
		1-й год жизни	2-й год жизни	3-й год жизни	
Бобовые					
Клевер красный	Московский 1	80	55	15	190
Клевер розовый	Марусинский 488	85	60	20	265
Клевер белый	Гигант Уладовский	75	40	6	166
Лядвенец рогатый	Московский 287	95	90	85	343
Люцерна синегибридная	Марусинский 81	96	90	90	403
Злаки					
Тимофеевка	Московская 326	100	95	90	316
Ежа-сборная	Московская 222	100	85	80	320
Лисохвост луговой	Московский 12	100	98	95	315
Овсяница луговая	Московская 62	100	80	78	318
Костер безостый	Моршанский 670	100	98	96	350
Канареечник тростниковидный	Иггеваский	100	100	97	368
Мятлик луговой	Московский 2019	100	100	98	301
Полевница белая	Московская 1179	100	100	96	293
Райграс многолетний	Московская 1922	100	85	80	308

гаты; из злаков рыхлокустовые были менее зимостойкими, чем корневищные, особенно ежа сборная, овсяница луговая, райграс многолетний. Изреживание растений компенсировалось более интенсивным кущением, поэтому средние урожаи злаков близки между собой. Более высокие урожаи дали наиболее рослые корневищные — канареечник тростниковидный и костер безостый.

Вследствие меньшей зимостойкости ареал райграса многолетнего и ежи сборной, страдающей, кроме того, и от весенних и осенних заморозков (пожелтение и подсыхание концов листьев), ограничен. Для первого наиболее пригодны в средней полосе области с мягким атлантическим климатом (западные и юго-западные); на Кавказе — области с хорошим увлажнением и мягкими зимами. Ежа сборная теряет свое значение по мере движения на восток (за Уральским хребтом ее не возделывают). В Средней Азии используют ее в смесях с люцерной на орошаемых землях.

## ОТНОШЕНИЕ К СВЕТУ

Растительные сообщества в природных условиях и в культуре, как правило, имеют ярусное строение. В первом ярусе смешанных культурных сообществ обычно расположены соцветия и листья крупных растений (верховых злаков и бобовых), во втором — менее крупных (преимущественно низовые злаки), в третьем ярусе — низкорослых трав (преимущественно некоторые виды разнотравья), в четвертом ярусе могут быть мхи и другие низшие растения. Четкой ярусности не наблюдается лишь в плотных сообществах из одних верховых злаков или при интенсивном пастбищном использовании. Виды трав, существующие в одном ярусе, более сходны между собой по требовательности к свету, чем растения разных ярусов.

Следовательно, низовые злаки обычно более теневыносливы, чем верховые, а из верховых — злаки с преобладанием прикорневой облиственности более теневыносливы, чем злаки, располагающие большую часть своих листьев в верхнем ярусе.

Тем не менее лучшего разрастания и развития все злаки достигают без их затенения при полном дневном освещении. Так, мятлик луговой в сенокосных травостоях занимает подчиненное положение, но при частом скашивании его количество в травостое значительно возрастает. Еще более резко реагирует на освещенность клевер белый. Высейанный в составе сенокосных травосмесей, он быстро выпадает из травостоя; при ранних частых скашиваниях, наоборот, он интенсивно разрастается.

Само собой разумеется, что в полевых условиях изменение одного фактора ведет за собой те или иные изменения других. По мере затенения изменяется температура и влажность воздуха и почвы, а следовательно, и пищевой режим. И наоборот, при обильном водном и азотном питании возрастает затененность в травостое. В связи со снижением фотосинтеза в растениях уменьшается содержание сахаров, возрастает количество азота, нарушение обменных реакций обуславливает уменьшение роста корневых систем, снижение содержания пластических веществ в органах запаса. В результате замедляется рост и развитие растений, ослабленные растения выпадают в первую очередь в случаях неблагоприятной зимовки или в летнюю засуху.

В так называемых одновидовых сообществах (в культуре они всегда сопровождаются другими дикорастущими видами растений) тоже наблюдается неоднородное размещение по высоте. Но в отличие от ярусов, слогаемых видами разных жизненных форм, их называют пологами (Шенников, 1964). Выделяют нижний полог, складывающийся из укороченных вегетативных побегов растений, а часто всходов и более молодых растений того же вида, и верхний полог из удлиненных вегетативных и генеративных побегов этого же вида. Оба полога рассматривают как входящие в один ярус. Естественно, в нижнем пологе световые условия хуже. Теневыносливость различных видов неодинакова; при загущенном травостое выше определенного предела всходы и молодые вегетативные побеги отмирают.

Таким образом, если при бедном пищевом и водном режимах в редких хорошо освещенных травостоях всходы и побеги трав выпадают из-за недостатка воды и пищи, то при обильном снабжении нижний полог страдает от недостатка света (этиолирование, вытягивание растений, полегание). Следовательно, для получения высокой продуктивности при высоком качестве корма должна постоянно поддерживаться оптимальная густота травостоя, отвечающая конкретным агроэкологическим условиям. В отличие от злаков бобовые, кроме клевера белого, выносят листовую поверхность в средний слой. Клевер белый характеризуется приземным расположением листьев.

Листья трав — наиболее питательная часть корма. В то же время от их площади зависят в наибольшей степени размеры поглощаемой растениями энергии солнечного света. Теоретические расчеты, приводимые А. А. Ничипоровичем (1961), показывают, что из всего количества падающей на растительный покров фотосинтетической активной солнечной радиации растения используют от 20—25% (в негустых посевах) до 50—60% в плотных хорошо облиственных. Но и из этого количества на фотосинтез используется только от 1—2 до 5—6%, соответственно степени облиственности. Большая часть поглощаемой энергии, превращаясь в тепло и нагревая листья, вызывает усиленную транспирацию растений.

Агротехнические приемы должны быть направлены на увеличение относительного и абсолютного количества

энергии, используемой на фотосинтез, на уменьшение непроизводительного ее расхода на транспирацию. При повышении использования поглощаемой энергии на фотосинтез до 6—8% расход воды на 1 г сухого вещества урожая (транспирационный коэффициент) может быть снижен с обычных для луговых травостоев 500—600 до 100.

Продуктивность фотосинтеза определяется двумя величинами: 1) суммарной площадью листьев (ассимиляционная поверхность) и 2) интенсивностью фотосинтетических процессов на единицу площади листьев. Фотосинтез повышается при хорошей влагообеспеченности и достаточном снабжении растений необходимыми элементами питания; в этих условиях ускоряется отток ассимилятов, идущих на построение новых тканей в растениях.

Приемами агротехники и подбором трав важно, с одной стороны, быстро создать с весны необходимую площадь листьев, с другой — повысить интенсивность фотосинтеза (поглощения ими солнечной радиации), а следовательно, и продуктивность работы каждого квадратного метра их площади. Важно поддерживать листья в активном состоянии по возможности длительное время. Чистой продуктивностью фотосинтеза называют число граммов сухой наземной массы, образуемой на 1 кв. м площади листьев за определенный промежуток времени.

Считается, что интенсивность работы листьев разных видов колеблется в небольших пределах, поэтому косвенным показателем продуктивной энергии фотосинтеза служит устанавливаемая оптимальная площадь листьев в проекции на единицу поверхности земли (индекс листовой поверхности). Нельзя не учитывать и различий в интенсивности фотосинтеза у разных растений и неодинакового возраста.

В полевых условиях только небольшая часть листьев освещается прямыми солнечными лучами, падающими перпендикулярно на листовую пластинку (обычно у бобовых). Большая их часть освещается или лучами, падающими наклонно, или рассеянным светом, или профильтрованным через другие листья или отраженным другими листьями. По мере уплотнения травостоя, в связи с нарастающей недостаточностью освещения, наблюдается снижение чистой продуктивности фотосинтеза после определенного предела индекса листовой поверхности.

При этом следует принимать во внимание, что интенсивность фотосинтеза верхних листьев может в известной мере возрастать в порядке компенсации пониженной деятельности сильно затененных листьев нижних слоев (Гуревич, Мячина, 1956). При относительно слабом освещении азотные удобрения повышают интенсивность фотосинтеза.

Интенсивность фотосинтетической деятельности растений изменяется и по фазам вегетации. Как правило, она выше в начале вегетации, когда площадь листьев еще мала (Строгонова, 1959). Кроме того, листья злаков, у которых строение обеих поверхностей однородно, способны поглощать радиацию и нижней стороной (Сидорин, 1952). Отсутствие строго прямой связи между площадью листьев и темпами нарастания веса растений констатировано и в опытах Лугового института (Англия, 1962—1963 гг.). Темпы нарастания массы при меньшей площади в апреле и мае были в 2 раза больше, чем в июне и июле, когда увеличились темпы дыхания. Интенсивность фотосинтеза и приспособленность к слабой интенсивности освещения неодинаковы и у разных сортов (Рабинович, 1953).

Следовательно, задача селекционеров заключается в выделении сортов-популяций трав с повышенными индексами листовой поверхности и интенсивностью фотосинтеза для получения наибольшего количества сухой массы с единицы площади.

Как правило, ранние сорта характеризуются и более высокой интенсивностью фотосинтеза (Мокроносов, Багаутдинова, 1970).

Л. Н. Алексеенко и М. Ф. Мартынова (1967) изучали в течение пяти лет динамику индекса листовой поверхности в чистых посевах злаков в зависимости от густоты посева и уровня удобрений. При малой дозе удобрений ( $N_{35}P_{45}K_{90}$ ) на третьем году жизни через месяц после начала вегетации листовой индекс у тимopheевки составил лишь 1,28, к фазе колошения — 5,71, затем он снижался. При утроенной дозе удобрения к началу вегетации он был несколько больше — 2,02. Повышение нормы высева семян (втрое и вшестеро) меньше увеличило площадь листьев: соответственно с 1,28 до 1,61 и 1,75 кв. м. Незначительно при этих нормах действовали и утроенные дозы удобрений: с 2,02 до 2,27 при тройной норме семян и до 2,14 кв. м при шестерной.



В последующих фазах вегетации действие удобрений возросло, и за 10 учетов (до начала цветения) площади листьев она была выше на фоне усиленного (тройного) удобрения на 21% при шестерной норме высева семян и на 55% при одинарной по сравнению с малой дозой удобрения.

Таким образом, при загущении посева повышенные дозы удобрений слабее действуют на увеличение листовой поверхности, снижая индекс по сравнению с одинарной нормой высева семян. Такие же результаты получены этими исследователями в условиях дерново-слабооподзоленных среднеглинистых почв на посевах ежи сборной, овсяницы луговой, клевера красного.

Бобовые, как и ежа сборная, характеризуются повышением индекса листовой поверхности до фазы цветения, то есть лучше способны использовать солнечную радиацию каждого вегетационного периода, чем тимopheвка.

Интенсивность солнечной радиации возрастает по мере увеличения высоты солнца над горизонтом как в течение суток, так и на протяжении вегетационного периода. Наивысшее солнцестояние в средних широтах во второй половине июня совпадает с наиболее развитой листовой поверхностью у большинства трав; это позволяет глубоко проникать в слой травостоя солнечному свету.

По данным А. А. Ничипоровича (1955, 1956), для нормального фотосинтеза верхний предел освещенности для светолюбивых культур составляет от 12—17 до 25—35 тыс. лк, или 25—50% полной интенсивности освещения в летние месяцы. Нижний предел, после которого листья не способны покрывать траты на дыхание и отмирают, лежит около 1,5 тыс. лк (0,8—2,0 для светолюбивых, по данным Вознесенского и др., 1965), что составляет меньше 1% полной освещенности. Этим объясняется продолжающийся прирост урожая, наблюдавшийся в исследованиях на новозеландских пастбищах Р. Брумом (Brougham, 1956) при проникновении только 1—2% света на поверхность почвы под покровом травостоя из клевера белого и райграсов. При индексе 5,5—6,0 растения поглощали 95—98% входящей в травостой световой энергии, урожай же увеличивался до индекса 9.

По данным Брума, 95% света задерживалось в чистых посевах райграса многолетнего при индексе 7,1,

тимофеевки — 6,5, клевера белого — 3,5. Этим величинам соответствует интенсивный прирост урожая.

В климатических условиях Англии (Cooper, 1961) оптимум урожая пастбищных травостоев наблюдался при индексе листовой поверхности 6—7. С увеличением интенсивности света повышалось и критическое значение индекса, то есть урожаи продолжали повышаться и при значительно более плотном травостое (Beddows, 1961).

В то же время при слишком интенсивной солнечной радиации в ясные дни в ходе фотосинтеза наблюдается дневная депрессия и подъем его в утренние и вечерние часы. Особенно высока эта депрессия при высокой температуре воздуха и низкой его влажности. То же наблюдается в длительные засушливые периоды, когда ростовые процессы тормозятся недостатком воды. Полив в этих условиях резко повышает интенсивность фотосинтеза и чистую его продуктивность. Так, в опытах Л. В. Строгоновой (1959) при средней за вегетацию величине чистой продуктивности 5—7 г сухого вещества в сутки на 1 кв. м поверхности листьев она снижалась в засуху до 1,5—3 и повышалась на поливе до 8,5—9,5 г.

Степень выносливости луговых трав к меньшей освещенности принимают во внимание при выборе способа посева трав и вида покровной культуры.

При пастбищном использовании индекс листовой поверхности и чистая продуктивность фотосинтеза изучались в опытах ВНИИК (И. П. Минина, 1952—1963). Площадь листьев учитывалась на пастбищных травостоях девятого года пользования с разным содержанием клевера белого. Наибольшей площадью листьев на единице площади характеризовался травостой с преобладанием клевера белого (46% по сухому весу). Индекс листовой поверхности был равен 4,72. Из общей площади листьев этого травостоя клевер белый занимал 62%, злаки 25% и разнотравье 13%. В злаковом травостое, где злаки и по весу и по площади листьев составили 93%, индекс листовой поверхности был наименьшим — 2,03. Злаково-бобовый (55% злаков, 19% бобовых, 26% разнотравья по весу) занял промежуточное положение; индекс составил 2,76, площадь листьев злаков 54%, бобовых 25%, разнотравья 21%. По весу сухой массы, отросшей между первым и вторым циклом стравливания, на единице площади первое место занял злаково-бобо-

Агроэкологические свойства трав в чистых посевах

Трава	Отношение к влажности почвы					Засухоустойчивость	Зимостойкость	Теневыносливость	Отзывчивость	
	Очень сухие	сухие	свежие	влажные	сырые				на возное удобрение	на долив
Верховые, рыхлокустовые										
Тимофеевка луговая			+	+	(+)	Слабая	Хорошая	Умеренная	Очень высокая То же	Очень высокая То же
Овсяница луговая			+	+	(+)	Несколько выше, чем у тимофеевки	Средняя	Слабая	Очень высокая То же	Очень высокая То же
Ежа сборная		(+)	+	(+)		Средняя		Хорошая	Наиболее высокая Умеренная	Наиболее высокая Высокая Невысокая
Райграс высокий		(+)	+	(+)		Высокая	Хорошая	Умеренная	Очень высокая То же	Очень высокая То же
Пырей бескорневищный	(+)	+	+	+		Очень высокая То же				
Регнерия мохолистная	(+)	+	+	+		То же				
Волоснец сибирский	(+)	+	+	+						
Верховые корневищные или рыхлокустово-корневищные										
Костер безостый (луговая форма)	(+)	+	+	+	(+)	Высокая	Очень хорошая	Умеренная	Очень высокая То же	Очень высокая Высокая
Лисохвост луговой			+	+	(+)	Очень слабая То же	Хорошая			
Канареечник тростниковидный			+	+	+	То же				
Пырей ползучий	+	+	+	+		Очень высокая То же	Очень хорошая			

# Низовые рыхлокустовые

Райграс многолетний	+	+	(+)	Слабая	Слабая	Слабая	Наиболее высокая
Житняк	+	+	+	Очень высокая	Очень хорошая	Слабая	Наиболее высокая
Мятлик болотный		+	+	Засуху не переносит	Хорошая	Умеренная	Высокая

## Низовые рыхлокустово-корневищные или корневищные

Мятлик луговой	(+)	+	+	Средняя	Очень хорошая	Умеренная	Высокая
Овсяница красная	(+)	+	+	Высокая	То же	Хорошая	Невысокая
Полевница белая		+	+	Засуху не переносит	Хорошая	.	Высокая

## Бобовые в чистых посевах

Клевер красный	(+)	+	+	Средняя	Средняя	Хорошая	Очень высокая
Клевер розовый		+	+	Слабая	.	Умеренная	Высокая
Клевер белый		+	+	Очень слабая	.	Слабая	Очень высокая
Лядвенец рогатый	+	+	+	Довольно высокая	Хорошая	.	Высокая
Люцерны гибридные	+	+	+	Высокая	.	.	Очень высокая
Эспарцет обыкновенный	(+)	+	+	Очень высокая	.	Умеренная	Невысокая
Эспарцет закавказский	(+)	+	+	То же	.	.	.
Эспарцет песчаный	(+)	+	+	Очень хорошая	.	.	.

Примечание. Знаком + отмечены почвы с влажностью наилучшего произрастания трав, а знаком (+) — менее благоприятные (снижение урожайности).

вый травостой, затем злаковый и на последнем месте оказался бобово-злаковый. Чистая продуктивность фотосинтеза за этот период (в г сухого вещества на 1 кв. см листовой поверхности в сутки) была наибольшей в злаковом травостое (6,3), средней — в злаково-бобовом (5,6) и наименьшей — в бобово-злаковом (1,4).

Этим подчеркивается, что каждому типу травостоя свойственны свои оптимальные размеры листовой поверхности. Величина индекса листовой поверхности не всегда согласуется с величиной урожая при сопоставлении различных типов травостоев.

Кратко агроэкологические свойства трав изложены в таблице 18.

Агрономическая оценка каждого вида (сорта) трав определяется уровнем и устойчивостью его урожаев по годам пользования, продуктивным долголетием, отзывчивостью на повышение агрофона, а также влиянием на агрономические свойства почвы при разных режимах пользования травостоями. Оценивается при этом и качество корма (сена, сенажа, травяной муки, силоса, пастбищной травы) и в конечном счете учитывается сбор питательных веществ с единицы площади. Принимается во внимание устойчивость трав и их сортов к поражению вредителями и болезнями.

**Урожай разных видов трав.** В таблице 19 приведены травы, наиболее урожайные на разных почвах и при различном их увлажнении в центральных областях европейской части СССР.

При близкой обеспеченности водой местообитания на осушенных низинных лугах и торфяниках отличаются менее благоприятным тепловым режимом по сравнению с пойменными (длительно заливаемые луга, как правило, не распахивают). Временное недостаточное увлажнение на суходолах нечерноземной зоны в связи с нарастанием континентальности климата сильнее проявляется по мере движения на восток. В таком же направлении падает устойчивость урожаев райграса многолетнего, ежа сборной, клевера белого и некоторых других видов трав, повышается значение ковра безостого.

В лесной зоне и лесостепи Зауралья, Западной и Восточной Сибири райграсы высокий и многолетний, канареечник тростниковидный, ежа сборная и клевер белый исключаются; овсяница луговая на суходолах лесостепи, как правило, заменяется пыреем бескорневищным или регнерией волокнистой и волоснецом сибирским.

Наибольшей амплитудой приспособляемости к различным агроэкологическим условиям из луговых злаков в европейской части обладают тимopheевка и овсяница луговая. Их урожай дает представление о различиях в ступенях плодородия: в наименее благоприятных условиях — 15—20 ц сена с 1 га, в средних — 40—50 и при



Удобрения	Первично осваиваемые бедные почвы или среднекультурные старопашотные земли (малые дозы удобрений)	Первично осваиваемые богатые почвы или среднекультурные (средние дозы удобрений) старопашотные земли	Первично осваиваемые богатые почвы или средне- и хорошо окультуренные (повышенные дозы удобрений) старопашотные земли
б) низинные луга и торфяники, нормально осушенные	—	Клевера красный, розовый, белый, тимopheвка, овсяница луговая, лисохвост луговой, костер безостый, полевица безостая, мятлик болотный и луговой	Клевер красный, розовый, белый, тимopheвка, овсяница луговая, лисохвост луговой, костер безостый, мятлик луговой
в) переходные торфяники, нормально осушенные	Клевер красный, розовый, белый, тимopheвка, овсяница луговая и красная	—	—

Примечания. 1. Средние дозы удобрений № 1—3, № 4—5, № 6—7.

2. К бедным почвам отнесены дерново-подзолистые почвы с маломощным гумусовым горизонтом, а также почвы осваиваемых низинных лугов и болот в первой ротации севооборота или ускоренного залужения (по переночной обработке целины). Эти потенциально богатые земли в дальнейшем по мере их окультуривания переходят в категорию земель среднего и высокого эффективного плодородия. К богатым при первоначальном освоении отнесены дерново-карбонатные, темноцветные почвы, хорошо разложившиеся торфа, аллювиальные, дерновые почвы дренажных низинных и краткосрочных лугов. К среднекультурным почвам отнесены ранее распаханные луга при содержании в минеральных почвах гумуса не ниже 2%, к хорошо окультуренным — свыше 3%.



наиболее благоприятном сочетании режимов — пищевого, водно-воздушного и теплового — их урожай достигает 70—80 ц с 1 га и более в среднем за 4—5 лет пользования.

При разной продолжительности пользования порядком урожаев трав изменяется, причем неодинаково в разных условиях.

В долготлетних опытах на Иыгеваской селекционной станции (Адоян, 1964) изучаемые в чистых посевах злаки по средней за 8—12 лет пользования урожайности сена расположились в порядке, указанном в таблице 20.

Таблица 20

Порядок трав по урожайности (за 100% принят урожай тимopheевки)

Группы по урожайности	На дерново-среднеподзолистой почве сухого леса	На осоковом торфе осушенного болота
I—около 250 %	Ежа сборная, овсяница красная	Канареечник тростниковидный, костер безостый, лисохвост луговой, мятлик луговой
II—160—200 %	Мятлик луговой, лисохвост луговой, костер безостый	Овсяница тростниковидная, мятлик болотный, овсяница красная
III—100 %	Овсяница луговая	—
IV—меньше 100 %	Канареечник тростниковидный, мятлик болотный	Ежа сборная, овсяница луговая

Наибольшей отзывчивостью на повышение агрофона (удобрение и полив) на дерново-подзолистых почвах отличались в опытах Всесоюзного научно-исследовательского института кормов (Минина, Лашманова, 1968) ежа сборная, затем мятлик луговой, слабее — тимopheевка и лисохвост луговой при выпасе. Высокой отзывчивостью на удобрение и полив в условиях атлантического климата при выпасе характеризуются райграс многолетний и мятлик луговой, а из бобовых — клевер белый. При сенокосном режиме наибольшие прибавки урожая при повышении агрофона давали тимopheевка, костер безостый, ежа сборная, а из бобовых — люцерна и клевер красный.

Продуктивное долголетие трав. Как показала практика и экспериментальные данные, наибольшим продуктивным долголетием при пастбищном режиме в европей-

ской части лесной зоны отличаются на достаточно богатых почвах мятлик луговой, ежа сборная, лисохвост луговой, а на более бедных почвах — овсяница красная (свыше 30—40 лет). В азиатской части в подтаежной и таежной зонах можно рассчитывать (данных по долготелю нет) на долготелю высокую продуктивность мятлика лугового и лисохвоста лугового (на богатых, незасоленных почвах). В северной лесостепи азиатской части высокой продуктивностью до 10 лет и более на пониженных элементах рельефа при умеренном выпасе характеризуются люцерна, костер безостый, лисохвост луговой, мятлик луговой.

Высоким долготелю в более сухих условиях (южная лесостепь и степь) и большой устойчивостью при выпасе отличаются житняки, составляющие здесь основу долготелю пастбищ (свыше 10 лет).

При сенокосном режиме в условиях достаточного увлажнения и удобрения в европейской части долготелю продуктивностью из бобовых отличаются люцерны, из злаков — костер безостый, лисохвост луговой, канареечник тростниковидный (свыше 10 лет); в азиатской — костер безостый, пырей корневищный, житняки.

Для многих видов и сортов трав продуктивное долготелю еще далеко не выявлено, так как сеяные долготелю сенокосы и пастбища изучало небольшое число опытных учреждений. Пока в наибольшей мере они распространены в хозяйствах Прибалтийских республик, западных и центральных областях лесной зоны СССР.

В наиболее благоприятных условиях урожай сена высокорослых трав за 2—3 укоса может достигать 150 ц с 1 га и более в лесной зоне европейской части и 70—80 в условиях более короткого теплого периода — в Сибири.

**Равномерность выхода корма.** Важное значение на пастбищах имеет равномерность поступления пастбищного корма в течение вегетационного периода; она определяется темпами отрастания трав после каждого очередного стравливания. В условиях центральных областей СССР на среднем агротехническом фоне травы выдерживают без большого ущерба для баланса запасных веществ следующее число стравливаний (табл. 21).

При шестикратном стравливании средняя продолжительность отдыха растений между циклами в центральных областях снижается до 20 дней, что допускается

Оптимальное число стравливания

Трава	При неполном обеспечении влагой в вегетационный период	При полном обеспечении влагой (полив или грунтовые воды)
Костер безостый, тимopheевка	Не более 3	4
Ежа сборная, овсяница луговая, лисохвост луговой	4	5
Мятлик луговой, райграс многолетний, овсяница красная (корневищная форма)	4—5	5—6

лишь при повышенных дозах удобрений и бесперебойном снабжении водой.

В западных областях с более продолжительным вегетационным периодом число стравливания может быть на одно больше. При равномерном увлажнении и достаточном азотном питании райграс многолетний в этих условиях выдерживает 7—8 стравливания. И, наоборот, в северных и восточных областях, где из-за медленного прогревания почвы растения трогаются в рост позднее и заканчивают вегетацию раньше, число отчуждений зеленой травы сокращается (на 1—2). Волоснец сибирский, пырей бескорневищный, регнерия волокнистая, житняки, как правило, после первого весеннего стравливания дают не более одной отавы, реже две.

Названное число отчуждений относится к ранневесеннему началу выпаса, то есть к первым загонам первого цикла стравливания. На загонах с более поздним началом пастбы или скашиваемых не позднее фазы полного колошения число стравливания обычно уменьшается на одно.

Наиболее равномерно по циклам стравливания отрастают ежа сборная, райграс многолетний (на Западе), овсяница луговая, мятлик луговой и овсяница красная; последние два вида — при отсутствии летней засухи. Лисохвост луговой заметно участвует в травостоях в 1—2 циклах; костер безостый, давая близкую с ним массу весной, меньше снижает отавность летом, отличаясь большей засухоустойчивостью.

Типичные верховые злаки — тимopheевка, костер безостый, волоснец сибирский, регнерия, пырей бескорневищный, а также люцерны, клевер красный — допус-

кают стравливание без ущерба для последующих отраслей не ниже 5—6 см; низовые злаки и клевер белый — до 2—3 см; овсяница луговая, ежа сборная, лисохвост луговой занимают среднее положение. При высоте остатков 5—6 см используется примерно 80—85%, а при 2—3 см — до 90—95% биологического урожая трав.

При создании многоукосных травостоев сохраняется тот же порядок реакции трав на число укосов, как и на число стравливаний; принимают при этом во внимание характер размещения в травостое листьев по вертикали. По этому признаку И. В. Ларин и Т. Р. Годлевская (1949) выделяют травы пяти типов: 1) травы, у которых свыше 65% массы листьев сосредоточено на уровне 15 см от поверхности земли — овсяница красная и мятлик луговой; 2) в слое 0—15 см сосредоточено около 50%, в слое 0—30 см масса нередко преобладает над массой, расположенной выше 30 см — ежа сборная, овсяница луговая, полевица белая; 3) максимум листьев (66%) расположен на высоте 15—45 см — тимopheевка; 4) максимум (70%) — на высоте 30—60 см — костер безостый; 5) в более высоком слое на высоте 45—75 см располагаются листья люцерны и клевера красного.

Естественно, абсолютная высота размещения листьев меняется по фазам вегетации в зависимости от агрофона, а в смешанном сообществе и от компонентов.

Но уже по этим данным можно судить, в какой мере при работе косилок или силосных комбайнов будет использован биологический урожай тех или иных трав для хозяйственных целей и без ущерба для последующих их урожаев.

**Влияние разных видов трав на плодородие почвы.** Для поддержания и повышения почвенного плодородия имеет значение количество и качество корней и пожнивных остатков у разных трав и условия, способствующие гумификации и минерализации мертвого органического вещества с образованием деятельного перегноя; в этой связи находятся и структурообразующий эффект трав и темпы оборота минеральных элементов питания растений.

Большое влияние на массу корней в почве оказывает частота скашивания или стравливания. При двукосном использовании ее почти вдвое больше, чем при одноукосном, но частое отчуждение трав укосом или выпасом приводит к снижению их веса.

Надежных многолетних наблюдений за образованием гумуса почвы под разными видами луговых трав или прямых определений плодородия по урожаю пластовых культур после распахки посевов разных трав пока еще в Советском Союзе не накопилось.

Известное представление о возможных различиях дают средние за четыре года (с пятого по девятый год пастбищного пользования) данные (Минина, Ковалева, 1970) по двум травосмесям: одна с господством ежи сборной и вторая с господством мятлика лугового по полному минеральному удобрению (табл. 22).

Таблица 22

Содержание азота и минеральных веществ в корнях травостоев

Состав травостоя	Вес сухой массы корней (в ц с 1 га)	Азот		Зола	
		%	кг на 1 га	%	кг на 1 га
Ежовый	152	1,82	277	5,16	785
Мятликовый	135	1,58	213	5,20	702

Продолжение

Состав травостоя	Вес сухой массы корней (в ц с 1 га)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		CaO		MgO	
		%	кг на 1 га	%	кг на 1 га	%	кг на 1 га
Ежовый	152	0,46	70	1,05	159	0,43	65
Мятликовый	135	0,48	65	0,80	107	0,52	70

Урожай травосмесей за эти годы были близкими (52 и 54 ц сухой массы пастбищного корма с 1 га). Масса корней (живых и отмерших) была больше под ежовым травостоем, в ней содержалось больше минеральных веществ (кроме окиси магния) и азота. На 10-й год пользования содержание гумуса в почве под ежовым травостоем в слое 0—5 см составило 4%, а в слое 5—20 см — 2,25%, в то время как под мятликовым соответственно 3,35% и 2,07%. По содержанию в почве усвояемых форм K<sub>2</sub>O и P<sub>2</sub>O различий между этими травостоями не обнаружено.

Биохимический состав органических остатков трав, особенно содержание в них азота и отношение углерода к азоту, оказывает большое влияние на плодородие

почвы. В опытах Х. Петцольда (Pätzold, 1963) в корнях клевера красного содержалось 2,24% азота, овсяницы луговой — 1,23, ежи сборной — 1,05, тимopheевки — 0,86, овсяницы красной — 0,62. Наивысший урожай брюквы (383 ц корней с 1 га), посеянной по пласту чистых посевов этих трав, был получен по клеверу красному; он снижался соответственно богатству азотом корневых остатков, составив 89, 68, 66 и 52% к урожаю брюквы по клеверу. Минеральная подкормка под брюкву не изменила урожай корней (возрос урожай ботвы). Но запасы азота клеверного пласта были исчерпаны быстрее: его действие не отмечалось уже на третьей культуре после распашки пласта, в то время как последствие более медленно разлагающихся пожнивных и корневых остатков злаковых трав на урожай еще сохранялось. Поэтому действие смешанных бобово-злаковых травостоев на урожай последующих культур, высеваемых в кормовых (луговых) севооборотах, более равномерное, чем после чистых посевов. Для условий Средней Европы Петцольд считает сроком разложения корневых и пожнивных остатков на дерново-подзолистых культурных почвах однолетних культур один год, клевера и люцерны — два года, а злаковых трав — 3—4 года. Минимальным для интенсивного разложения корней является отношение в них углерода к азоту как 20 : 1.

**Кормовые качества разных видов трав.** При оценке питательной ценности отдельных луговых трав до настоящего времени сохраняет значение их биохимический состав, хотя он и не является исчерпывающим показателем качества корма. Выше рассмотрены основные различия между группой бобовых и группой злаковых трав. У всех трав питательная ценность в большой степени зависит от фазы вегетации и связанного с ней соотношения стеблей, листьев и генеративных органов растений. Наибольшее количество протеина содержат семена, меньше цветки и листья, значительно меньше его в стеблях; в последних содержится наибольшее количество клетчатки. Золу в большем количестве содержат листья растений.

Поэтому питательность трав, убираемых до цветения, до начала отмирания молодых побегов и листьев, значительно выше, чем в поздние фазы; питательность травы в пастбищном состоянии (фаза кущения) выше, чем в фазе колошения и последующих.

На биохимический состав, кроме фазы вегетации, оказывает влияние плодородие почвы, состав и дозы вносимых удобрений, увлажненность почвы на протяжении вегетации. Это влияние в значительной мере косвенное, поскольку изменяет соотношение различных органов растений, особенно степень их облиственности.

Изменяется биохимический состав и с возрастом растений — по мере их старения по годам жизни. По мере старения растений (по годам) в тканях увеличивается содержание клетчатки, снижается количество протеина, повышается процент малоподвижных форм кальция и др. В кусте обычно падает число генеративных побегов, размеры соцветий; растения переключаются на вегетативное размножение.

Наряду с сильным действием внешних факторов на растение в биохимическом составе не только между видами, но и между экотипами или сортами-популяциями имеются значительные наследственные различия. Наиболее наглядно эти особенности выявляются при выращивании широких наборов трав на одинаковом достаточно высоком агротехническом фоне. Так, проведенные Н. Г. Соловьевым (1948) в условиях Московской области исследования сортов люцерны показали более высокое качество здесь гибридных люцерн по сравнению с люцернами синими: они содержали в среднем больше золы, сырого протеина и меньше клетчатки.

В восточных районах лесной зоны (Иркутская область) в фазе бутонизации по содержанию протеина не было существенных различий между синегибридными и желтогибридными люцернами (соответственно 19,35 и 18,24%). Однако в более ранней фазе (стеблевание) протеина содержалось больше в синегибридных формах; в желтогибридных быстрее нарастало количество клетчатки (одревенение стеблей).

Изучение 13 экотипов костра безостого, относящихся к луговому, лесостепному и степному группам (Н. Г. Соловьев), показало разницу в содержании питательных веществ между отдельными типами (фаза начала цветения): по сырому протеину около 4%, по клетчатке около 5% и по золе около 3%. Скороспелые сорта и экотипы люцерны и костра безостого (особенно ксерофитная группа) были богаче золой и сырым протеином, чем позднеспелые. Испытание того же набора сортов в разных географических широтах показало, что с продвиже-

нием на Юг и Юго-Восток количество сырого протеина и золы в них нарастает, как это наблюдается и у зерновых культур.

Влияние плодородия почвы на биохимический состав растений Н. Г. Соловьев изучал на одних и тех же кустиках злаков.

Разделенные на две части кусты высаживали на почвах разного плодородия. В первой содержалось 1,6% гумуса, рН солевой вытяжки 5,7; в другой — 2,8% гумуса, рН 6,8. Образцы для анализа брали в начале цветения (у-лисохвоста лугового в конце цветения). У растений, взятых с более богатых почв, больше содержалось золы и сырого протеина (табл. 23).

Таблица 23

Содержание сырого протеина, золы и клетчатки в луговых злаках на разных фонах плодородия (в %)

Трава	Первый тип почвы			Второй тип почвы		
	зола	сырой протеин	клетчатка	зола	сырой протеин	клетчатка
Тимофеевка луговая	4,52	9,88	27,23	6,29	17,06	27,80
Ежа сборная	6,05	11,38	29,65	6,40	15,69	31,79
Овсяница луговая	5,84	7,56	30,10	6,20	9,69	31,87
Овсяница красная	4,98	8,50	30,21	6,90	10,31	29,54
Костер безостый	6,30	7,26	30,65	6,43	9,63	30,52
Лисохвост луговой	8,90	10,49	26,12	7,27	10,56	30,86
Канареечник тростнико-видный	6,80	11,65	29,30	7,44	14,63	28,79
Мятлик луговой	5,55	8,00	28,84	8,36	15,88	28,10

На поедаемость корма оказывает влияние большое количество различных факторов, но среди них существенную роль играет содержание протеина и сахаров. Сахаро-протеиновое отношение считается оптимальным в пределах 1 : 0,8 и 1 : 1,5 и минимальным 1 : 0,4; 1 : 0,6 (Пшеничный, 1965). По этому признаку существуют различия как между видами, так и сортами.

При изучении большого количества разных сортов райграсса многолетнего и ежи сборной в Эберистуизе (Соорег, 1961) было установлено, что при близком содержании протеина (около 14% — оптимум для жвачных), количество углеводов между сортами райграсса многолетнего изменялось от 17 до 30% (сахаро-протеиновое отношение примерно от 1 : 1 до 1 : 2); между сортами ежи сборной — от 5 до 16% (1 : 0,3 до 1 : 1).



Содержание водорастворимых углеводов возрастает с ранней весны по мере увеличения фотосинтеза, но в жаркие периоды лета накопление их снижается в связи с повышенным расходом их на дыхание. В обратном соотношении с сахарами в пастбищной траве находится процентное содержание сырого протеина. В опытах ВНИИК (Ахламова, 1969) наибольшим количеством сахаров выделялся по фосфорно-калийному удобрению мятлик луговой (19,8% на абсолютно сухое вещество), меньше их содержалось в траве овсяницы луговой и тимофеевки (15,2%) и еще меньше в еже сборной (12,1%). Но при дробном внесении дополнительно к РК высокой дозы азотного удобрения ( $N_{300}$ ) разница между отдельными видами трав сгладилась: 8,5% сахара у мятлика, 7,2 у ежи сборной, 7,8% у овсяницы и наименьший — 6,0% — у тимофеевки. Сахаро-протеиновое отношение в этом случае снизилось до минимально допустимого уровня (1:0,4). Таким образом, подбором сортов, правильной системой удобрения и использования в растениях можно поддерживать в известной мере достаточное количество водорастворимых углеводов без слишком избыточного образования в них протеина.

На обильно орошаемых пастбищах с высокими дозами удобрений содержание сахаров в злаках опускается весной и летом до 5—6% из-за повышенного расхода углеводов на рост. Поэтому животные для лучшего усвоения азотистых веществ травы нуждаются в углеводной подкормке. На злаковых пастбищах под влиянием орошения процент протеина обычно несколько снижается. На бобово-злаковых он может удерживаться на том же уровне, что и без орошения из-за повышенного содержания в травостое бобовых, особенно во второй половине лета. Несмотря на одинаковую питательную ценность сухого вещества травы (по данным А. А. Кутузовой и др., 1970) с орошаемого и неорошаемого пастбища (1,00—1,02 кормовой единицы в опытах на овцах), поедаемая свежая трава с орошаемого пастбища по питательности ниже на 10—20% из-за меньшего содержания в ней сухого вещества.

Различия в переваримости пастбищной травы разных видов и сортов тоже достигают значительных величин. При изучении (Англия) разных сортов переваримость органического вещества райграса многолетнего в среднем была около 80% с колебаниями от 63,3 до 83,5%,

а у ежи сборной — около 60% с колебаниями от 52,5 до 67,5%. Обычно при более высоком содержании углеводов выше и переваримость, хотя полной корреляции все же не установлено.

По данным Мовара и Фулькерсона (Канада), переваримость по фазам вегетации снижалась более резко у тимофеевки, чем у ежи сборной и костра безостого, отличающихся лучшей облиственностью (табл. 24).

Таблица 24

Переваримость трав по фазам вегетации (в %)

Фаза вегетации	Тимофеевка	Ежа сборная	Костер безостый	Люцерна
Начало отрастания	79,7	75,0	79,6	74,0
Кущение	70,9	74,7	75,1	70,6
Выход в трубку	64,1	71,2	69,1	65,9
Цветение	56,9	61,3	59,4	63,0
Образование семян	53,1	51,8	59,7	60,1

В опытах Г. В. Благовещенского (1965) в фазе кущения переваримость (in vitro) тимофеевки составила 70%, а к началу цветения — 45%, то есть животными может быть усвоено менее половины урожая сухого вещества травы в этой фазе. Переваримость костра безостого и люцерны синей снижалась в меньшей степени. При пастбищном использовании отдельных видов трав наибольший коэффициент переваримости отмечен у райграса многолетнего — 72% и у ежи сборной — 68%.

При оценке качества травяного корма все большее внимание привлекает содержание в нем аминокислот, особенно незаменимых для жвачных животных (гистидин, лизин, триптофан, метионин). Многими исследованиями установлено наивысшее их содержание, как и протенна, на ранних фазах развития растений; к моменту полного цветения и в дальнейшем оно значительно снижается. Под действием азотных удобрений общее количество аминокислот в злаках возрастает и приближается к содержанию их в бобовых; процентное же соотношение между разными аминокислотами изменяется незначительно. Достаточно высокое содержание их в траве важно и потому, что она в натуральном или консервированном виде служит основным источником необходимых

животным аминокислот, витаминов (А, D, E, C), а также минеральных веществ.

При составлении рационов кормления животных необходимо знать, в какой мере пастбищный корм или другие виды, приготовленные из травы, удовлетворяют потребность животных в минеральных веществах. Эти нормативы до последнего времени еще недостаточно разработаны.

На основании обобщения большого отечественного и зарубежного материала Ю. К. Олль (1967) дает следующие величины, удовлетворяющие суточную потребность молочных коров в макро- и микроэлементах (табл. 25).

Таблица 25

Необходимое содержание в рационе макро- и микроэлементов

Макро-элемент	Потребность (в г) на 1 кг сухого вещества рациона (% содержания в корме)	Микро-элемент	Потребность (в мг) на 1 кг сухого вещества рациона
Ca	3—5 (0,3—0,5)	Fe	50
P	2,5—3,5 (0,25—0,35)	Mn	40
Mg	2,0 (0,2)	Cu	20
K	9—10 (0,9—1,0)	Mo	1—2
Na	1,5 (0,15)	Co	0,1

Недостаток в корме Ca и P вызывает заболевания остеомалацией (размягчение костей), рахитом и другими, а недостаток Mg при неправильном соотношении одно- и двухвалентных элементов — пастбищную тетанию (гипомагнезению). При недостатке в рационе соли (NaCl) коровы болеют лизухой, сопровождаемой сильным выделением слюны. Недостаток железа, меди, кобальта может вызвать у молодых животных анемию. Обычно, если в травах избыток молибдена, животные могут страдать от недостатка меди, поскольку они в организме животных антагонистичны (гипокупроз). С недостатком йода связано заболевание зобом, а с недостатком цинка — некоторые кожные болезни (чесотка у корня хвоста).

Следует отметить, что повышенное содержание микроэлементов (например, в горнорудных районах Закавказья и др.) тоже обуславливает ряд нарушений в обмене веществ у животных. Избыток меди в траве вызыва-

ет желтуху, а молибдена — анемию и сильные поносы (если его больше 20 мг на 1 кг сухого вещества).

Минеральный состав растений подвержен гораздо большим колебаниям, чем содержание в них органических веществ (белков, жиров, углеводов). Он зависит от почвы, агротехники, фазы вегетации и других факторов. При обобщении большого числа результатов химических анализов Ю. К. Олль выделяет такие критерии для оценки злаковых и бобовых трав по содержанию в них некоторых элементов (табл. 26).

Таблица 26

Содержание макроэлементов в травах (в % на сухое вещество)

Элемент	Низкое	Среднее	Высокое
Кальций в злаках	0,3—0,4	0,6—0,8	1,0 и более
Кальций в бобовых	0,8—1,0	1,2—1,5	2,0 и более
Фосфор в злаках	Меньше 0,2	0,25—0,35	0,4—0,5
Фосфор в бобовых	0,2—0,3	0,35—0,45	0,5
Калий в злаках	1,5—2,0	2,5	3,5—4,0
Калий в бобовых	1,5—2,0	3,0	3,5—4,0

Калий содержится в травах обычно в больших количествах, а магния, наоборот, в растения поступает меньше, чем кальция. Натрия в сене и пастбищной траве очень мало: в 75—100 раз меньше, чем калия. Поэтому на пастбищах обязательна подкормка животных поваренной солью. Содержание железа в травах сильно колеблется (от 120 до 600 мг на 1 кг сухого вещества), но обычно его и марганца достаточно для обеспечения суточной потребности коров. Также сильно изменяется в зависимости от почвенных условий содержание в травах молибдена, меди, цинка и кобальта.

В агрономическом отношении важно наиболее рациональное соотношение между урожаем и количеством наиболее ценных питательных веществ, собираемых с единицы площади (кормовых единиц, протеина, минеральных веществ и др.). При сенокосном использовании наивысший сбор кормовых единиц при высоком сборе протеина, каротина и других веществ достигается скашиванием трав в фазах полного колошения — начала цветения (2—3 укоса); при пастбищном — в фазе полного кущения, начала трубкавания.

Определение сбора тех или иных питательных веществ с единицы площади одновременно с определением величины урожая может внести существенные коррективы в агрономическую оценку трав. Например, при сравнении урожаев сена различных трав во ВНИИК (Вощинин, 1951) в первый год пользования (первый укос) урожай ежи сборной на 10 ц превышал урожай овсяницы луговой, а выход сырого протеина с 1 га посева овсяницы был, наоборот, больше, чем ежи сборной, на 100 кг. Еще выше при близкой величине урожаев с ежой сбор протеина с посева райграса высокого (табл. 27).

Таблица 27

Урожай сена и сбор сырого протеина в фазе цветения

Трава	Урожай сена		Сбор протеина	
	ц с 1 га	%	кг с 1 га	%
Тимофеевка луговая	57,2	100	538	100
Овсяница луговая	36,6	64	443	82
Ежа сборная	46,0	80	331	61
Райграс высокий	44,5	78	521	97

Однако, особенно на пастбищах, важно учитывать и изменения в качестве корма в течение пастбищного периода, так как при одинаковом суммарном сборе кормовых единиц или протеина выход животноводческой продукции или привес молодняка могут быть различными. Например, на многих типах пастбищ урожай сухой массы травы и сбор кормовых единиц с 1 га при шестикратном стравливании близок к получаемым при трехкратном. Но в последнем случае содержание клетчатки и протеина в траве обычно по всем циклам стравливания отвечает зоотехническим нормативам. При многократном стравливании в траве содержится избыточное количество протеина и недостаточное — клетчатки. Кроме того, животные в этом случае могут недобрать необходимое суточное количество сухого вещества (коррелирующего с количеством получаемых животным на пастбище кормовых единиц). Выход сухого вещества из травы при частом стравливании составляет 16—18%, а в более позднем возрасте при меньшем числе стравливания — 23—25%. Следовательно, для покрытия суточной потреб-

Агрономические свойства трав в чистых посевах

Вид	Средняя высота урожаев (в ц с 1 га)	Год максима- льного урожая	Число лет пол- зования	Число укосов	Пастбищность	Оптимальное число стрел- ков	Оптимальный способ исполь- зования	Длина вегетацион- ного периода		Кормовое до- стоинство в сене
								по заце- пам	до воспе- вания се- мян	
<b>Злаковые травы</b>										
<b>Верховые рыхлокустовые</b>										
Тимофеевка луговая	40—50	1—2-й	6—8	2	Средняя	3	На укосы и выпас	57—83	85—105	Высокое
Овсяница луговая	40—50	1—2-й	6—8	2	Выше сред- ней	3—4	То же	54—77	85—95	Очень вы- сокое
Ежа сборная	35—40	2—3-й	12—15	2—3	Довольно высокая	3—4	"	45	75—80	Высокое
Райграс высокий	40—50	2-й	3—4	2	Слабая	—	На укосы	49—59	86—102	Среднее
Пырей бескорневищ- ный	30—35	2-й	4—5	1	"	2—3	"	65—80	93—98	"
Регнерия волокнистая	30—35	2-й	4—5	1	"	"	"	55—70	83—88	Выше среднего
Волоснец сибирский	35—40	1—2-й	5—10	1—2	"	"	"	55—70	85—95	"
<b>Верховые корневищные или рыхлокустово-корневищные</b>										
Костер безостый	50—60	2—3-й	12—15	2—3	Средняя	3—4	На укосы или выпас	50—80	85—105	Высокое
Лисохвост луговой	40—50	2—3-й	12—15	2—3	Выше сред- ней	3—4	То же	35—45	60—70	Очень вы- сокое

Вид	Средняя высота урожая сена (в п с 1 га)	Пол максимума урожая	Число лет поль- зования	Число укосов	Пастбище- выносливость	Оптимальное число стрел	Оптимальный способ использо- вания	Длина вегета- ционного периода		Кормовое досто- инство в сене
								до заце- пания	до поспе- вания се- мян	
Канареечник тростни- ковидный Пырей ползучий (кор- невищный)	60—80	2—3-й	12—15	2—3	Слабая	—	На укосы	50—55	85—95	Среднее
	45—50	3-й	Сы- ше 15	2	—	—	На укосы и выпас	75—85	100—105	Высокое
Низовые рыхлокустовые										
Райграс многолетний	35—40	1—2-й	3—4	2—3	Очень вы- сокая	4—5	На выпас	55—65	80—90	Очень вы- сокое
Житняк	15—25	2—3-й	8—10	1	Высокая	2—3	На укосы и выпас	45—50	85—105	Высокое
Мятлик болотный	30—35	2-й	8—10	2	Слабая	—	На укосы	75—90	100—110	Среднее
Низовые рыхлокустово-корневищные или корневищные										
Мятлик луговой	25—30	2—3-й	Сы- ше 15	1	Очень вы- сокая	4—5	На выпас	65—86	93—98	Высокое
Овсяница красная	25—30	2—3-й	12—15	1	То же	3—4	—	55—70	83—95	Среднее
Полевика белая	30—35	2—3-й	12—15	1—2	Средняя	3—4	На укосы и выпас	60—85	100—115	Высокое
Бобовые травы										
Клевер красный одно- укошный	50—60	2-й	3—4	2	—	3	На укосы и выпас	60—75	92—105	Очень вы- сокое

Клевер красный дву- уковый	50—60	1-й	2	2—3	Средняя	3—4	На укосы и выпас	50—60	80—90	Очень вы- сокое
Клевер розовый	40—45	1—2-й	2	2	Слабая	2—3	На укосы	55—65	85—95	Среднее
Клевер белый	20—25	2-й	2	2	Очень вы- сокая	4—5 и более	На выпас	45—55	85—100	Очень вы- сокое
Лядвенец рогатый	40—50	2-й	6—8	2—3	Средняя	3—4	На укосы	46—60	90—105	Среднее
Люцерны гибридные	50—60	2-й	7—10	2—4	"	3—4	На укосы и выпас	45—48	87—120	Очень вы- сокое
Эспарцет обыкновен- ный	30—35	2-й	3	1	Слабая	1—2	На укосы	45—50	90—110	Высокое
Эспарцет-закавказский	35—40	1—2-й	4—5	2	"	"	"	50—55	100—110	"
Эспарцет песчаный	35—40	1-й	4—5	1—2	"	"	"	50—65	100—120	"

Примечания. 1. Урожай даны по материалам сравнительных испытаний во Всесоюзном научно-исследовательском институте кормов и на опытных станциях для среднего агротехнического фона в условиях минеральных почв. На низком, или, наоборот, высоком фоне урожая у ряда видов изменяются. Значительно выше они у многих трав на осушенных торфяниках или при повышенных дозах удобрений. В лесной зоне азиатской части урожая бобовых несколько ниже. 2. Год максимального урожая дан для чистых весенних беспокровных посевов. При посеве под покров и особенно в травосмесях может отодвигаться в зависимости от компонентов на 1—2 года. При завышенных нормах посева он наступает на год раньше, но и раньше затем снижается. 3. Число лет пользования и число укосов на повышенном агрофоне, как правило, возрастают. Для некоторых видов жизненный цикл ускоряется при удобрении. 4. Особенности кормового достоинства являются повышенное содержание сахаров у овсяницы луговой и райграса многолетнего, повышенное содержание протеина и более длительное сохранение его высокого уровня по фазам вегетации у лисохвоста лугового. Быстро грубеет (резко повышается содержание клетчатки) сево у козла безостого, канареечника, волоснеца и пырея. Среди бобовых наиболее высоким содержанием протеина, фосфора и комплекса витаминов выделяются люцерны, на втором месте стоят клевера красный и белый. Эспарцеты уступают им по содержанию протеина.

При выпасе эспарцеты не вызывают у животных, также как и лядвенец рогатый, заболеваний тимпаний; но вкус у лядвенца (и у клевера розового) в зеленом виде горьковатый. Горьковатым вкусом характеризуется и трава райграса высокого.



ности животное должно поглощать значительно большее количество травы (например, корова 70—75 кг вместо 40—45).

Массовая организация агрохимических лабораторий в Советском Союзе позволяет ежегодно контролировать качество кормов, получаемых на сенокосах и пастбищах колхозов и совхозов. Это имеет большое значение для проведения мероприятий по повышению сбора питательных веществ с каждого гектара сеяного луга или пастбища.

Немаловажное значение при агрономической оценке трав имеют и коэффициент размножения семян того или иного вида, урожай семян, устойчивость выхода семян в разные годы с 1 га семенников, а также затраты труда на их выращивание, степень механизации выращивания семян каждого вида. Предпочтение в настоящее время приходится отдавать травам, семеноводство которых наиболее легко и быстро может быть налажено в любом хозяйстве без специальных машин для очистки, сортирования и других работ. Например, несмотря на большую значимость при устройстве пастбищ и сенокосов лисохвоста лугового, во многих случаях приходится заменять его костром безостым из-за трудностей посева и уборки семян лисохвоста.

Агрономические свойства трав в чистых посевах кратко изложены в таблице 28.

## ВИДОВОЙ СОСТАВ ТРАВΟΣМЕСЕЙ ПРИ СЕНОКОСНОМ И ПАСТИЩНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ

---

Целевое назначение травосмесей определяется способом и продолжительностью использования сеяного луга при планируемом уровне агротехники.

По способу использования выделяют:

а) травосмеси, высеваемые для преимущественно пастбищного использования тем или иным видом животных (или их возрастными группами);

б) для использования скашиванием: 1—2-укосные — преимущественно на сено и многоукосные (3—4 и более) — преимущественно на травяную муку и сенаж.

Сеяные травостой, кроме прямого назначения, в той или иной мере используют и на другие цели. Так, пастбищные травосмеси при правильной загоновой системе выпаса ежегодно в первом цикле скашивают на части загонов не позднее фазы колошения. Если травы своевременно не подкосить, растения будут переставать, хуже поедаться и слабее отрастать. Используют скошенную траву на витаминное сено для телят, на силос или на подкормку других животных и т. д.

На сеяных сенокосах в ряде случаев пасут скот по отавам, так как к осени на пастбищах отрастание трав обычно ослабевает и требуется дополнительный корм. В луговых севооборотах обычно первые годы травяное поле используют на сено (частично на силос), а последние годы — на выпас. Не используют под выпас сенокосы, закладываемые на переувлажненных весной и осенью местоположениях (на поймах низкого уровня, на низинных лугах и торфяниках с близким залеганием грунтовых вод), а также многоукосные — с травосмесями, высеваемыми для производства травяной муки или сенажа.

По длительности пользования сеяным лугом различают краткосрочные (до 5—7 лет) и долголетние (свыше 10 лет) травосмеси. Краткосрочные смеси можно высевать в системе севооборота или на внесевооборотных участках с периодическим их пересевом (повторным залужением). Поэтому такие луга часто называют переменными. Долголетние смеси высевают только на вне-

севооборотных площадях. Эти луга часто называют постоянными.

В зависимости от географического положения хозяйства, от направления его животноводческой отрасли (цельномолочное, маслодельное, племенное, мясное и др.), от степени возможной в данных условиях интенсификации луговодства, наличия семян, удобрений и т. д. определяют тот или иной тип травосмесей.

При большом природном разнообразии современных крупных территорий колхозов и совхозов и различной специализации их отделений во многих случаях в границах одного хозяйства могут одновременно найти место сенокосы и пастбища с различными типами травостоев и разной продолжительностью их использования.

Составление травосмесей заключается:

1) в подборе трав для заданных способа и продолжительности использования создаваемого сеяного луга;

2) в нормировании количества семян трав, высеваемых в смеси.

#### **ПОДБОР ТРАВ В ЦЕЛЕВЫЕ ТРАВОСМЕСИ**

Отбираемые в состав смешанного посева травы должны по своим агроэкологическим и агробиологическим свойствам в наибольшей мере отвечать конкретным условиям залужаемого участка. На вновь осваиваемых землях при коренном улучшении предварительно обследуют водно-воздушный, тепловой и пищевой режимы (физико-химические, механические свойства почвы и др.). Затем разрабатывают агротехнические меры по их улучшению: приемы регулирования тех или иных режимов, устранение кислой или щелочной реакции и т. д. Основное значение для подбора видов имеет планируемый урожай, а в этой связи уровень и состав удобрения, равномерность и степень влагообеспеченности растений на протяжении вегетационных периодов в течение заданного срока пользования. При выборе трав оценивают их и по другим агрономическим свойствам (см. стр. 93). Для выравнивания урожаев по годам в смесь включают травы с различной продолжительностью жизни в большом биологическом цикле и соответственно с разной динамикой их урожаев по годам.

При составлении сенокосных травосмесей подбирают виды с близкими сроками наступления фазы цветения

к первому укосу и способные дать высокие урожаи сена в последующих укосах.

Для уплотнения травостоя важно сочетать злаки с расположением надземных органов в разных ярусах (например, костер безостый с овсяницей луговой).

В долголетних пастбищных травосмесях для выравнивания выхода подножного корма по циклам стравливания основу травосмеси составляют растения, рано отрастающие весной, отличающиеся последующей высокой отавностью. Злаки с более поздним и медленным в малом биологическом цикле жизни темпом развития, свойственным поздноцветущим видам, в ряде случаев быстро изреживаются и выпадают при ранних отчуждениях вследствие нарушения баланса запасных веществ в растениях. Они пригодны для краткосрочных смесей и как дополняющие виды в долголетних. При подборе трав важно предусматривать и взаимозаменяемость одних видов другими в травостоях при резко различных погодных условиях (сухие и сырые годы, неблагоприятная зимовка и т. д.).

Выше (см. стр. 7—8) отмечалось, что основное направление в луговом травосеянии до 50-х годов текущего столетия заключалось в создании краткосрочных (до 5—7 лет) злаково-бобовых лугов в севооборотах. Большого количества клеверов в отличие от полевого травосеяния в эти смеси вводить не рекомендовалось, чтобы не снижать урожаев на 3—4-й год пользования из-за их выпадения. Назначение смесей было преимущественно сенокосным. Организационно-хозяйственные, а во многих случаях и экономические преимущества долголетних сенокосов и особенно пастбищ вызвали необходимость разработки травосмесей с устойчивой высокой продуктивностью на протяжении возможно длительного срока пользования и научных основ их составления и возделывания. Эти вопросы и являются в настоящее время одними из наиболее существенных в науке и практике как Советского Союза, так и многих зарубежных стран.

#### **БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЧЕТАНИЯ ВИДОВ В СМЕШАННЫХ ПОСЕВАХ**

**Агрофитоценозы.** Биологические основы составления и выращивания целевых травосмесей в луговодстве базируются на учении о растительных сообществах, возник-

шем лишь во второй половине XIX века Оно известно под названиями «геоботаника» (Гризебах, 1866) или «фитоценология» (Гамс, 1918). Поскольку любое растительное сообщество в природе немыслимо вне совместного существования и взаимовлияния растений с микроорганизмами и животными, наряду с понятием «фитоценоз», введено понятие «биоценоз».

Новый раздел экспериментальной геоботаники — агрофитоценология — как наука возник по-существу в последние 10—15 лет. Большая заслуга в ее развитии принадлежит профессору Казанского университета М. В. Маркову. Он подчеркивает необходимость освоения агрономами теоретических основ создания агрофитоценозов в интересах более успешного управления качеством и количеством урожая. Под агрофитоценозом понимается совокупность живущих на одной и той же территории растительных организмов, созданная посевом для получения необходимой человеку органической массы. В состав ее входят высшие растения (сеяные и несеяные) и низшие (бактерии, водоросли, актиномицеты, грибы) автотрофного и гетеротрофного типов питания.

В понятие «агроббиоценоз» входит и определенное, связанное с данным фитоценозом наземное и почвенное животное население. Наряду с прямым влиянием на растения (отчуждение наземной или подземной массы, опыление растений и др.) оно оказывает и косвенное влияние — через участие, например, в почвообразовательном процессе (черви, муравьи, многоножки и др.).

Различают (по Е. Ф. Березовой) три зоны микрофлоры по отношению к корневой системе: корневую (на поверхности корней и в клетках эпидермиса), прикорневую (в почве, прилегающей к поверхности корней) и ризосферную (на расстоянии 1 см и более от поверхности корней). В последней содержится наибольшее количество бактерий, играющих важную роль в корневом питании растений (нитрификаторы, минерализаторы гуматов, целлюлозоразлагающие бактерии и др.). Обильно населены микрофлорой — активаторами роста или оказывающими антибиотическое действие — и надземные органы растений. Таким образом, агрофитоценоз — сложная система организмов, развивающаяся во времени и пространстве. Главную основу взаимовлияния организмов составляет взаимосредообразование, то есть один организм по отношению к другому выступает как фактор

внешней среды (Марков, 1969). Изменяя агроприемами или способом использования среду, влияют и на взаимоотношения компонентов агрофитоценоза. Внешне это выражается прежде всего в изменениях ботанического состава травостоя.

В этом свете травосмесь (искусственно создаваемое сообщество растений) следует рассматривать как планируемое агрономом сочетание популяций разных видов, живущих и развивающихся по определенным закономерностям, иным, чем в одновидовых посевах или природных сообществах.

Каждая популяция, входящая в травосмесь, состоит из генотипически и фенотипически разнокачественных особей, имеет свой оптимум, максимум и минимум условий для накопления органической массы, то есть свою пластичность (приспособляемость к меняющимся условиям). В то же время каждая популяция в смешанном сообществе служит условием жизни других. Изменение по тем или иным причинам численности и биомассы одной ведет за собой те или иные изменения у других компонентов. В сложившемся сообществе отношения между популяциями (а также и почвенным населением) регулируются взаимным приспособлением к определенной амплитуде изменений условий существования. Это и определяет наблюдаемую в долголетних сеяных фитоценозах высокую пластичность и устойчивость их ботанического состава в течение длительного времени (например, белоклеверно-мятликовые пастбища Прибалтики или белоклеверно-райграсовые Англии, Голландии, насчитывающие свыше 100 лет, и др.). Сочетание видов (популяций) в травосмеси должно быть таким, чтобы при смене менее долговечных или менее приспособленных общий уровень урожая и его качество не снижались (быстрое замещение одних другими).

Агрономическая задача в луговом травосеянии заключается в непрерывном поддержании экологических режимов для искусственно создаваемого сообщества соответственно потребностям культурных растений, и в создании для каждой популяции в нем таких условий жизни, которые обеспечивали бы наибольшие урожаи всего сообщества в целом на протяжении заданного срока пользования. Поэтому важно знать, как складываются отношения растений в процессе их взаимного средообразования, типы поведения разных видов в сообществах

(ценопиты), и изменения, происходящие в составе травосмесей во времени (смены).

Характер взаимовлияния растений. В. Н. Сукачев и М. В. Марков (1965) предложили следующую классификацию отношений растений как факторов среды одних для других:

1) неблагоприятное (отрицательное) влияние растений друг на друга;

2) благоприятное (положительное) влияние растений друг на друга;

3) односторонне отрицательное и односторонне положительное влияние растений.

В смешанных сеяных травостоях в луговодстве наиболее распространен первый тип отношений (взаимное угнетение растений при высокой густоте их произрастания) и третий (один вид угнетается или выигрывает при выращивании с другими, то есть один вид увеличивает урожай за счет другого). Благоприятное влияние растений друг на друга типично для симбиотических отношений низших и высших растений (например, клубеньковых бактерий с бобовыми). Некоторые виды лучше зимуют под защитой высокой стерни других или в смешанном посеве меньше поражаются вредителями и болезнями, чем в чистых, и т. д.

В. Лампетер (1959—1960) отмечал меньшую заболеваемость клевера раком в смеси со злаками: в чистых посевах в первую зиму погибло 25% растений клевера красного, при посеве его в смеси с люцерной или лядвенцем рогатым — 18%, а со злаком — только 10%.

С агрономических позиций те или иные взаимоотношения и их напряженность могут быть хозяйственно вредными (снижающими количество и качество урожая), хозяйственно полезными и хозяйственно безразличными (снижение массы одной популяции компенсируется урожаем массы другой или других при близком качестве корма). В смешанном сеянном сообществе между разными популяциями могут складываться одновременно взаимовлияния разного типа. Например, при взаимном угнетении двух популяций может выигрывать третья, и урожай возрастает. В процессе формирования сеяного сообщества меняются во времени и взаимоотношения между популяциями.

Ценопиты. Преимущества в сообществах одних луговых растений перед другими Л. Г. Раменский объясняет

более высокой интенсивностью физиологических процессов (осмотическая сила клеточного сока, способность растворять труднодоступные вещества в почве и др.), быстротой и размерами реакции на положительные факторы (темпы разрастания наземных органов и корней), большей выносливостью к неблагоприятным факторам (засухоустойчивость, теневыносливость, устойчивость к вредителям или болезням и т. д.). По поведению в природных растительных сообществах Л. Г. Раменский выделял следующие ценотипы растений:

1) растения, энергично распространяющиеся в сообществе, быстро захватывающие территорию, — «виоленты» («агрессоры»). Эти растения оказывают сильное воздействие на наземную и подземную среду обитания других, почему их относят к основным средообразователям; обычно они господствуют в сообществе, являясь доминантами или содоминантами (если в сообществе преобладает не один, а более видов);

2) растения, устойчиво удерживающиеся в сообществе вследствие большой выносливости к жестким условиям существования — «патненты» («выносливцы»); они занимают в сообществах подчиненное положение.

3) растения, быстро заполняющие свободную площадь при изреживании других, но также быстро им уступающие при восстановлении плотности первых, — «выполняющие», или «эксплеренты».

Кроме рассмотренной, существуют и более развернутые классификации ценотипов применительно к жизни растений в природных сообществах (В. Н. Сукачев и Г. И. Поплавская, А. А. Ниценко, Б. А. Быков, Т. А. Работнов и др.).

В агрономической практике удобнее называть первый ценотип растений сильные; второй — слабые, устойчивые (выносливые) в среде, создаваемой первыми, третий — слабые, неустойчивые растения, быстро реагирующие на снижение или повышение плотности травостоя первых двух ценотипов.

Из рассмотренных в разделе «Агроэкологические свойства возделываемых луговых трав» требований к экологическим режимам культурных луговых злаков вытекает, что растения разных видов в чистых посевах хорошо используют сходные оптимальные условия жизни; в смешанных — относительно более сильные виды способны их потреблять по своим биологическим (физио-



лого-биохимическим) особенностям быстрее и в большем количестве, изменяя тем самым среду обитания для других. В совместных посевах неиспользованные первыми условия среды позволяют ужиться с ними тем или иным другим видам второй группы; эти виды получают преимущество в сообществе лишь при ослаблении по разным причинам наиболее сильной популяции (то есть могут временно стать и доминантами). При определенном численном отношении компонентов смеси и их рациональном размещении на площади при посеве они могут участвовать в сообществе с первой группой, не угнетая заметно один другого. При изменении какого-либо экологического фактора (например, удобрением) и та и другая группа может более или менее пропорционально увеличивать свое обилие. В других случаях значительное преимущество получает или доминант, или один из содоминантов, способный из-за численного превосходства или ценотических свойств раньше и полнее использовать измененные условия.

К третьей группе относятся, как правило, растения, уступающие в размерах и темпах использования условий среды первым двум группам. Это обычно дикорастущие малопродуктивные растения из разных ботанических семейств. Они заполняют свободные промежутки между травами первых двух групп и достигают высокого обилия при сильном их изреживании (выпады в зимовку, в засуху, вымочки и т. д.).

В природных сообществах ценотипы выделяют применительно к издавна сложившимся сочетаниям растений. В создаваемом заново долголетнем сеянном сообществе, завершающем свое формирование обычно к 10—12 годам и более, естественно, ценотическая характеристика введенных в смесь видов изменяется по этапам их жизни. Различна она и при различных режимах пользования и ухода. Изменяется она и географически и по местоположениям. Например, костер безостый на аллювиальных почвах при азотном удобрении и сенокосном режиме во всех травосмесях быстро становится господствующим (доминантом) и средообразующим видом; на дерново-подзолистых почвах при пастбищном режиме даже на повышенном агрофоне он становится слабым, занимающим в сообществах подчиненное положение и уступает, например, мятлику луговому. Райграс многолетний доминирует в сообществах при выпасе в условиях мягкого

приморского климата и переходит в группу слабых на суходолах центральных областей европейской части страны. На высоком агрофоне ежа сборная выступает как «агрессор»; на низком она переходит в группу слабых. К неустойчивым слабым можно отнести, например, при сенокосном использовании мятлик обыкновенный, полевицу обыкновенную, дикорастущие формы полевицы белой; при пастбищном — мятлик однолетний, многие виды мелкого разнотравья. Сведения о характере поведения (ценотической активности) того или иного вида в смесях с другими в определенных условиях местообитания (агрофона) и режима пользования и служат основанием для подбора состава смесей и регулирования численности и размещения компонентов на площади при посеве в том или другом почвенно-климатическом районе. При этом принимают во внимание и сведения о потенциальной продолжительности жизни компонентов в смешанных посевах в процессе смены одних видов трав другими.

**Смены.** В жизни каждого сеяного смешанного сообщества различают три типа изменений растительности, или так называемых смен: 1) различные сезонные состояния на протяжении вегетационного периода; 2) разноточные смены состава сообщества в зависимости от погодных условий, например в сеянном травостое в сухие годы может получать значительное преобладание овсяницы луговой, в сырые — тимopheевка (взаимозамещающие виды); одновременно происходит изменение и в соотношении других видов; 3) коренные смены, или сукцессии.

В первых двух случаях изменяется в известных пределах соотношение массы видов в травостое, могут появиться временно и другие виды (из группы слабых, неустойчивых), но при этом изменяется лишь травостой, то есть ботанический состав урожая, а не основной состав членов сообщества. При коренной смене резко изменяется строение сообщества. Например, при посеве на бедных минеральных почвах травосмесей разнообразного ботанического состава они довольно быстро подвергаются коренной смене, превращаясь в устойчивые, однородные мелкозлаково-разнотравные сообщества с преобладанием часто дикорастущих полевицы обыкновенной, а на легких почвах овсяницы красной. На относительно богатых почвах те же травосмеси независимо от

их первоначального состава при выпасе переходят в белоклеверно-мятликовые сообщества; при фосфорно-калийном удобрении они существуют в течение многих десятков лет. На высоких агрофонах (разностороннее удобрение, регулирование водного режима, реакции почвы и т. д.) длительное время сохраняются высеваемые ведущие долголетние компоненты травосмесей, создаются высокопродуктивные долголетние устойчивые сообщества.

В зависимости от состава травосмеси, от уровня плодородия, интенсивности выпаса изменяется быстрота и направление смены ботанического состава сеяного долголетнего луга. Общая закономерность смены видов трав заключается в замене малолетних сеяных трав (дополняющих) более долголетними (ведущими), составляющими в дальнейшем основу (доминанты-средообразователи) культурного сообщества; параллельно происходит смена сорно-полевых растений (обычно одно-двулетних) теми дикорастущими травами, которые наиболее приспособлены к данному режиму пользования и применяемым мерам ухода.

В опытах ВНИИК (И. П. Минина) на увлажняемых делювиальными водами почвах нижней части склона при умеренном фосфорно-калийном удобрении ( $P_{30} - 45 K_{30} - 45$ ) на посевах семи травосмесей с различными низовыми и верховыми злаками и клеверами красным и белым к 11-му году сформировался однородный травостой с господством мятлика лугового (53% по весу) и лисохвоста лугового (30% по весу), размножившихся самосевом и вытеснивших в этих условиях другие сеяные злаки. Смеси же с овсяницей красной превратились в почти чистый ее травостой.

В областях с мягким влажным приморским климатом (ФРГ) на основании обследований Штелина (Stählin, 1959) 227-сеяных пастбищ разных хозяйств (с невысокими дозами удобрений) для травосмесей с райграсом многолетним установлена такая закономерность смены видов: в первые три года независимо от сопутствующих компонентов и их нормы высева господствует райграс многолетний (до 75% всего травостоя); с третьего по шестой год в травостое выявляются другие злаковые компоненты смесей — тимopheевка, овсяница луговая, ежа сборная или на влажных почвах полевика белая. К седьмому году мятлик луговой достигает 50% по весу

и далее господствует вместе с клевером белым, составляющим при достаточно интенсивном выпасе и хорошем увлажнении 30—35% общего урожая. Клевера красный и розовый участвуют в травостое с райграсом многолетним только в первые три года и в небольших размерах. Доля клевера белого в эти годы составляет около 15% общего урожая.

Аналогичная смена наблюдалась в ФРГ на разных почвах (Bröcheleg, 1958; Klapp, 1954, и др.) с той разницей, что на более сухих почвах райграс многолетний раньше уступал мятлику луговому; на бедных, легких почвах преобладала овсяница красная, на осушенных торфяниках невысокого плодородия (верховые) большое место занимали мятлик обыкновенный с клевером белым. В этих исследованиях выявилось, что факторы выпаса действуют во многих случаях на травостой значительно сильнее, чем условия местообитания: смена трав проходила в одном и том же направлении, несмотря на довольно существенные различия в природных экологических режимах.

В условиях Советского Союза наиболее широкие наблюдения за сменой первоначально высеванных травосмесей проведены в Эстонии (Адоян, 1964; Тоомре, 1964). Установлено, что на относительно бедных почвах формируются низовозлаково-белоклеверные сообщества с господством из низовых злаков или полевицы обыкновенной или овсяницы красной (корневищной), а на более богатых — мятлика лугового. На высоких агрофонах (систематическое полное удобрение в повышенных дозах) формируются верховозлаковые сообщества с господством или ежи сборной, или лисохвоста лугового, а при значительном участии в смеси райграса многолетнего — низовозлаковые с райграсом многолетним при небольшом (15—25%) участии верховых злаков (ежа сборная, тимopheевка, овсяница луговая).

Применением разных приемов удобрения или использования можно на посеве одной травосмеси сформировать с годами совершенно различные сообщества. Например, в условиях умеренного климата центральных областей европейской части СССР смена видов изучалась (Минина, 1952—1963) начиная с года посева в двух травосмесях. Каждая была высеяна на двух агрофонах: по фосфорно-калийному удобрению ( $P_{45}K_{75}$  ежегодно) и полному ( $N_{80}P_{45}K_{75}$ ). Почва — дерново-подзолистая

средней окультуренности (рН 5,8—6,2, содержание гумуса 2,6%).

Одна смесь состояла из рано зацветающих верховых злаков (то есть с ранним и быстрым темпом развития) — лисохвоста лугового и ежи сборной в сочетании с клевером белым, вторая — из поздно зацветающих верховых злаков — костра безостого и тимopheевки в сочетании с клевером красным. Обе смеси дополнялись овсяницей луговой — злаком среднего срока цветения. Смеси стравливали с первого года по 3—4 раза в год стадом в 100 коров при плотности пастбы в загоне 40 голов на 1 га. В таблице 29 приведено участие в пастбищном травостое основных трав в среднем за каждые три года при разном уровне питания (исключены годы со скашиванием травостоев).

При ежегодном фосфорно-калийном удобрении первоначальное сообщество с преобладанием ежи сборной заменяется постепенно сообществом с господством низо-

Таблица 29

Смена видов в травостоях при разном уровне питания (в % общего урожая в среднем за каждые три года)

Трава	РК			НРК		
	годы пользования					
	1-3	5-7	9-11	1-3	5-7	9-11

#### Сообщество с ежой сборной

Ежа сборная	47,0	75,0	28,0	66	82,0	47,0
Овсяница луговая	18,0	1,5	2,5	18	1,5	5,0
Лисохвост луговой	5,0	11,5	10,5	6	6,0	9,0
Бобовые	16,0	3,0	18,0	1		1,5
Мятлик луговой	Следы	2,0	10,0	1	2,5	15,0
Прочие несеянные злаки и разнотравье	14,0	7,0	31,0	3	8,0	22,5

#### Сообщество с костром безостым

Тимофеевна луговая	12,5	16,5	6,0	23	10,0	13,5
Овсяница луговая	27,0	17,5	4,5	32	14,0	6,0
Костер безостый	6,5	33,0	3,5	13	34,0	13,5
Бобовые	27,0	5,0	37,0	7	—	1,5
Мятлик луговой	Следы	1,0	11,0	1	12,0	17,5
Прочие несеянные злаки и разнотравье	27,0	27,0	38,0	24	30,0	48,0

вых злаков и значительным участием клевера белого — 18% общего урожая. Из верховых в наибольшей мере участвует еще ежа сборная; устойчиво держится лисохвост луговой. При ежегодном полном удобрении ведущее место (около половины общего урожая) в образовавшемся злаковом сообществе сохраняет ежа сборная. На смеси с костром безостым, где вначале господствовали овсяница луговая и клевер красный, при внесении фосфорно-калийных удобрений сформировалось типичное для невысокого уровня азотного питания низовозлаково-белоклеверное сообщество.

На фоне ежегодного полного удобрения сформировалось злаково-разнотравное сообщество. Половину урожая составляли мятлик луговой и верховые злаки, а другую половину прочие несеянные злаки (в основном полевица обыкновенная) и разнотравье, в котором преобладал одуванчик лекарственный, высоко отзывчивый на азотное удобрение.

Изменение урожаев рассмотренных сообществ показано в таблице 30.

Таблица 30

Урожай травосмесей (в ц с 1 га) при разном уровне питания  
(в среднем по трехлетиям)

Сообщество	РК				НРК			
	годы пользования							
	1-3	5-7	9-11	сред- ний	1-3	5-7	9-11	сред- ний
С ежой сборной	51,4	33,2	39,6	41,4	76,3	62,5	67,5	68,7
С костром безостым	50,2	25,3	37,5	37,7	77,9	48,8	71,2	65,7

Полное удобрение позволило смягчить депрессию в урожаях в период перестройки первоначальных травостоев обеих травосмесей (второе трехлетие); значительно сильнее снизился урожай в этот период во второй смеси — с костром безостым. При близкой величине средних за 11 лет урожаев динамика их по годам и по циклам стравливания неодинакова в связи с большими различиями в ботаническом составе. Значительно более устойчивыми и продуктивными при выпасе костер безостый,

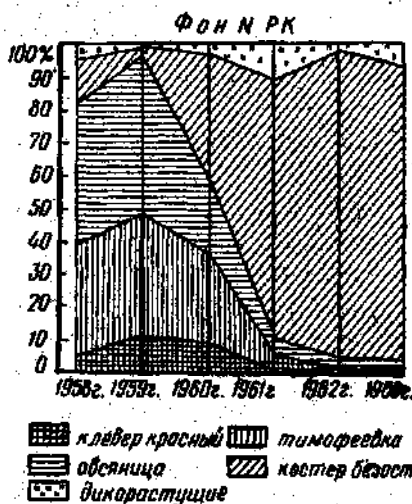
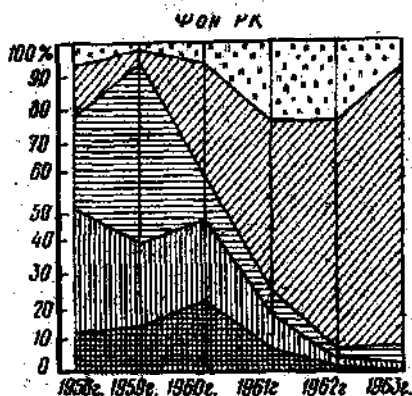


Рис. 5. Смена видов в травосмеси с участием костра безостого.

а также лисохвост луговой оказались на богатых дерново-луговых темноцветных почвах долинного луга (рН — 6,0, содержание гумуса 8,5%) с грунтовыми водами, доступными для растений (Свердловская область, Пышминский район).

Та же смесь из клевера красного, тимфеетки, овсяницы луговой и костра безостого при ежегодной пастьбе коров уже к пятому году пользования и по РК и по НРК превратилась в костровое (рис. 5) пастбище, а смесь клевера белого, лисохвоста лугового, овсяницы луговой (ежа сборная не введена из-за ее слабой здесь зимостойкости) — в лисохвостное (рис. 6). На участке с фосфорно-калийным удобрением в травостой в большей мере, чем по НРК, вселялись дикорастущие клевер белый и мятлик луговой, а по НРК — мятлик луговой. Разнотравье (одуванчик лекарственный, подорожник средний, смолевка-хлопушка, льнянка, осот желтый и др.) участвовало в сообществе в незначительных размерах.

При высеве сложной смеси, где были объединены виды обеих названных простых смесей (в тех же нормах) к пятому году сформировалось лисохвостно-костровое сообщество (рис. 7). В дальнейшем лисохвост и костер замещали друг друга: в годы влажные преобладал лисохвост луговой, в сухие — костер безостый. В смеси же,

где лисохвост луговой был заменен мятликом луговым, костер безостый угнетался и вытеснялся им. Образовавшееся кострово-мятливое сообщество (рис. 8), характеризовалось меньшей урожайностью и худшей поедаемостью, чем другие (из верховых злаков).

Другие смеси ежегодно обеспечивали большие урожаи сухой массы на 16 ц с 1 га (или на 24%). Обращают на себя внимание высокие урожаи сообществ, сформировавшихся на чистых посевах злаковых трав: 60,5—64,6 ц с 1 га у тимopheевки и овсяницы луговой и около 77 ц у лисохвоста лугового и костра безостого. На этих посевах отчетливо выявилась устойчивость тех или иных верховых злаков к вселению мятлика лугового (табл. 31). В наибольшей мере на седьмой год выпаса он заселяет изреживающийся в неблагоприятные годы травостой овсяницы луговой, затем тимopheевки и костра безостого; в наименьшей — лисохвоста лугового, образующего менее благоприятную среду для мятлика лугового. Лисохвост луговой более плотно заполняет наземное пространство обильными вегетативными побегами, а почву корневищами и корнями, чем другие злаки. Имеет значение также высокая его способность распространения и семян.

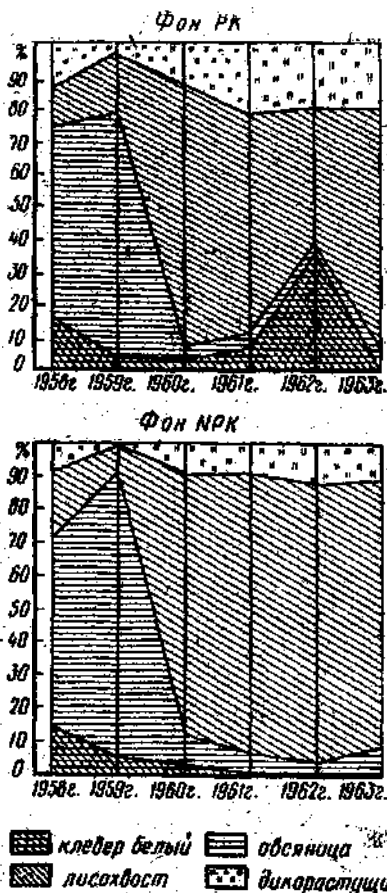


Рис. 6. Смена видов в травосмеси с участием лисохвоста лугового.



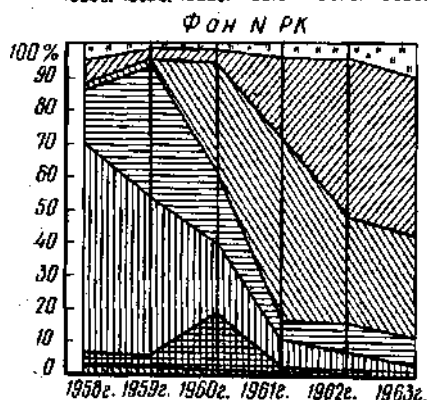
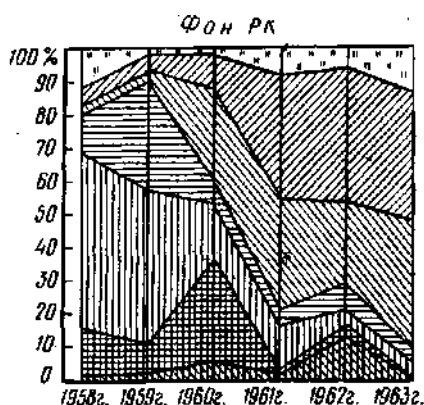


Рис. 7. Смена видов в травосмеси с участием костра и лисохвоста.

Следует отметить более высокое продуктивное долголетие в первоначально чистых посевах и рыхлокустовых злаков — тимopheвки и овсяницы луговой (свыше 50% в сложившемся травостое) на этих более плодородных долинных почвах по сравнению с дерново-подзолистыми. Сложные смеси из шести компонентов и здесь не имели преимуществ в урожае перед трех-, четырехкомпонентными; господствующее положение в них быстро занимали те же виды, что и в малокомпонентных.

Наглядно это проявилось и в опытах Д. А. Иванова (1967), где смеси из 9—13 видов испытывали на суходоле, низинном лугу и осушенном торфянике. В среднем за пять лет получены урожаи соответственно 40, 35 и 47 ц с 1 га; смеси из 4—5 видов в тех же условиях обеспечили

такие же урожаи — 43, 37 и 49 ц с 1 га.

На Зуевском сортоучастке Кировской области (суходол) в среднем за пять лет (Першин, 1966) получено сена (в ц с 1 га) на посеве трехкомпонентной смеси 31,7, семикомпонентной — 30,8, пятнадцатикомпонентной — 31,2. Во всех смесях к пятому году пользования господствовал костер безостый.

Следовательно, высокие урожаи корма можно полу-

чать с меньшими затратами семян и при меньшей стоимости высеваемой травосмеси. На культурных пастбищах в травостое реализуются большие запасы семян мятлика лугового и клевера белого, разносимых в экскрементах и содержащиеся в почве.

По учету В. Г. Игловикова (1966) в 1 кг сухих экскрементов крупного рогатого скота содержалось 500–600 семян клевера белого; всхожесть их составила 69%. На основании большого числа учетов содержания семян в почве А. М. Пятин (1968) определил, что на сеяных удобряемых пастбищах в 20-сантиметровом слое почвы содержится около 10 тыс. жизнеспособных семян на 1 кв. м площади, а на сенокосах — 7–7,5 тыс. штук. Естественно, что всходят и затем выживают растения, наиболее приспособленные к данному режиму пользования и ухода. Мятлик луговой выгодно отличается от других культурных злаков тем, что семена его лучше прорастают на свету, без заделки, но на плотном ложе. Всходы дикорастущих клевера белого и мятлика лугового появляются с первых лет пользования; в урожае же в заметных количествах мятлик появляется по

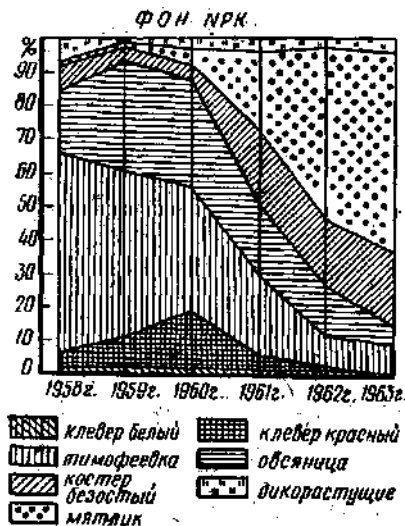
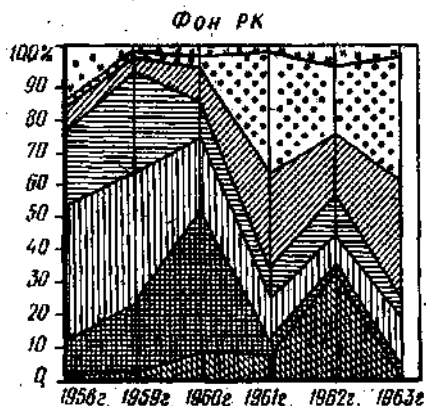


Рис. 8. Смена видов в травосмеси с участием костра и мятлика лугового.

Урожай сена травосмесей и чистых посевов (в ц с 1 га) в среднем за семь лет

Смесь	РК	НРК	Чистые посевы	НРК	В том числе на седьмой год (в % по весу)	
					высеянного злака	мятлика лугового дикорастущего
С лисохвостом луговым	43,9	77,5	Тимофеевка	60,5	58	25
С костром безостым	45,8	82,5	Овсяница луговая	64,6	54	38
С лисохвостом луговым и костром безостым	42,8	82,0	Лисохвост луговой	77,5	98	1
С мятликом луговым и костром безостым	38,4	65,7	Костер безостый	76,8	71	20

мере изреживания недолголетних рыхлокустовых злаков (обычно к 5—6-му году пользования), а клевер белый по мере выпадения сеяного (обычно с 3—4-го года пользования).

Таким образом, во всех случаях первоначально сеяные сообщества при неполном и одностороннем удовлетворении потребности растений в пище и воде перестраиваются в сообщества с высоким содержанием малоценных дикорастущих трав; продуктивность таких пастбищ 2000—2500 кормовых единиц с 1 га. При высоком и разностороннем питании растений урожай резко возрастает; сеяные травы интенсивно кустятся, травостой уплотняется, препятствуя разрастанию дикорастущих, но видовой состав значительно обедняется. При избыточном одностороннем азотном питании травостой может приближаться почти к одновидовому вследствие господства наиболее нитрофильного злака.

В связи с этим биохимический состав корма становится тоже односторонним (избыток протеина, недостаток сахаров и многих минеральных веществ и т. д.), менее биологически полноценным для животных. Такая трава быстро приедается животным. Наблюдения пока-

зывают, что после пастбы на высокопродуктивных участках злаковых травостоев коровы с жадностью поедают травы с высоким содержанием разнотравья на суходольных природных пастбищах. Охотно поедаются травостои с бобовыми растениями. В зооветеринарном отношении целесообразно на культурных пастбищах высевать не одну, а по меньшей мере две травосмеси разного типа или сочетать пастбу на сеяных лугах с пастбой на поверхностно улучшенных природных пастбищах. В зависимости от условий в хозяйстве могут, например, сочетаться: а) две смеси по полному минеральному удобрению равной высокой продуктивности, но с неодинаковой динамикой урожая и равным ботаническим составом по годам или б) одна смесь по полному удобрению, а вторая по фосфорно-калийному или в) чистый посев ежи сборной на части загонов и бобово-злаковая смесь и т. д.

Итак, в жизни долголетнего сеяного сообщества можно выделить: 1) первый, начальный этап (2—3 года) с высоким участием в травостое малолетних трав, обычно клеверов и тимopheевки луговой (или райграса многолетнего на западе); 2) переходный, второй этап (до 5—6 лет), когда злаки среднего долголетия (тимopheевка, овсяница луговая, райграс многолетний и др.) после наибольшего своего участия в травостое начинают уступать место более долголетним (ежа сборная, мятлик луговой, лисохвост луговой и др.); 3) этап стабилизации сообщества соответственно режиму пользования и уходу; он продолжается еще 3—4 года и более. В этот период и определяются основные ценотипы создаваемого долголетнего культурного сообщества. Формирование этого сообщества может происходить: а) на основе сохранения в нем долголетних сеяных трав благодаря преимущественно вегетативному возобновлению и размножению (корневищные злаки, ежа сборная), за счет трав, легко возобновляющихся путем самообсеменения или заноса семян (лисохвост луговой, клевер белый); б) на основе постепенной замены сеяных трав вселяющимися, более приспособленными травами из дикорастущих (мятлик луговой и обыкновенный, овсяница красная, полевица обыкновенная, клевер белый и др.).

Во всех случаях в формирующиеся сообщества входят травы из группы так называемого пастбищного разнотравья; их тем больше, чем больше изреживаются сеяные травы. На богатых почвах (при высоких дозах

удобрений, а также с поливом) с годами распространяется пырей ползучий.

Критическими периодами в жизни сообщества, когда нежелательные дикорастущие травы могут занять в нем значительное место, являются 3—4-й годы (выпадение клеверов и др.) и 6—7-й годы (изреживание трав среднего долголетия). Эти годы наиболее благоприятны для приживания культурных трав, например клеверов в случае необходимости их подсева. Способствующие в критические годы кущению и росту сеяных трав метеорологические условия уменьшают размеры заселения дикорастущими, а ограничивающие, наоборот, вызывают повышенное участие дикорастущих, особенно разнотравья.

Подбором доминирующих на разных этапах жизни сообщества видов трав, установлением соотношения и размещения различных ценотипов (сильных и слабых, но выносливых) и следует стремиться по возможности избежать снижения плотности травостоя в названные критические периоды. На это направлены состав и дозы вносимых в этот период удобрений; не исключена и смена использования сеяного травостоя.

Причинами быстрых коренных смен в сеянном сообществе могут быть несоответствие состава и количественного соотношения высеванных трав агроэкологическим условиям или режиму пользования, резкие нарушения в составе видов в результате неблагоприятных условий (вымерзание, выпревание некоторых популяций почти нацело или массовые серьезные повреждения вредителями и болезнями и т. д.). Менее быстро происходят смены при изменении среды обитания в результате деятельности тех или иных компонентов, например постепенное обеднение почвенной среды некоторыми отчуждаемыми с урожаем элементами питания или иссушение ее и, наоборот, обогащение различными минеральными и органическими веществами в процессе разложения отмирающих частей растений или вымывания из наземных органов, накопление мертвого органического вещества в почве и на поверхности и т. д. В этой связи изменяется состав микроорганизмов и зоонаселения, а также физико-химические свойства почвы.

**Средообразующее действие луговых трав.** При взаимном произрастании разные виды трав изменяют среду обитания в различных направлениях. В группе злаковых

растений средообразующее действие основывается на сильноразветвленной корневой системе, охватывающей значительно больший объем почвы, чем у многих других видов трав. Мощное задержание верхнего слоя почвы препятствует возобновлению или вселению растений, размножающихся семенами. Большая органическая масса (ежегодно отмирающие корни и стерновые остатки) дает большой материал для образования гумуса и почвенной структуры. Этим злаки в культурном луговодстве улучшают почву.

Мелкоукореняющиеся низкорослые злаки сосредотачивают корни в приповерхностном слое почвы; это позволяет им лучше использовать малые выпадающие осадки или малые поливные нормы орошений. При сенокосном режиме высокорослые злаки в наземном слое создают неблагоприятную среду для низкорослых растений, затеняя их. Поэтому с ними могут сосуществовать или теневыносливые травы или растения, смещающие свое развитие на период после укоса. Злаки, присущие в природе бедным местообитаниям, — полевица обыкновенная, овсяница красная — образуют большую деятельную поверхность корней; масса их по отношению к наземной массе значительно больше, чем у многих культурных злаков. Это позволяет им эффективнее использовать малую концентрацию в почве влаги и усвояемых элементов, а также малоподвижные формы P, K, Mg, Ca; это, в свою очередь, усугубляет неблагоприятные условия для более требовательных растений, свойственных богатым влагообеспеченным почвам.

Средообразующие свойства бобовых заключаются в обогащении почвы усвояемым азотом, а в наземной части в более высоком затеняющем действии, чем у злаков. Об изменении растением среды, а в связи с этим и изменении травостоя можно судить по такому примеру. На белоклеверно-райграсовых пастбищах Новой Зеландии в условиях теплого влажного климата наблюдалась периодическая смена господства в сообществе белого клевера и райграсов на фоне фосфорно-калийного удобрения (Donald, 1956). При первоначально недостаточной обеспеченности почвы азотом в травостое все более разрастался клевер белый. По мере увеличения содержания в почве под клевером легкодоступного биологического азота начинал увеличиваться рост злаков, способных при обеспечении азотом интенсивнее по

сравнению с клевером белым использовать из почвы фосфор и калий. В результате среда для клевера белого складывалась неблагоприятно: ему не доставало калия, фосфора и серы; господство в сообществе переходило к злакам. После истощения азота, накопленного в почве бобовыми (разложение корней и клубеньков), наступал период азотного «голодания» злаков, и они вновь уступали место белому клеверу.

Разные виды злаков или бобовых и их сорта тоже неодинаково влияют на среду обитания в смешанном сообществе.

Изменение фитолимата ценотически сильными компонентами происходит в результате затенения и изменения спектрального состава света, понижения или повышения температуры и влажности воздуха, изменения его газового состава. Косвенно фитолимат влияет на жизнедеятельность почвенных микроорганизмов поверхностного слоя, а в этой связи на интенсивность дыхания почвы, питательный режим и т. д.

Итак, от способностей растений (сеяных и несеяных) использовать ту или иную среду, складывающуюся для них в конкретных условиях (агрофон, природное плодородие) при совместном существовании, зависит в большой степени распределение пищи, воды, света между отдельными видами трав, а следовательно их разрастание и доля участия в сообществе.

**Механизм взаимовлияния и смен растительности.** За последние два десятилетия советские и зарубежные биологи придают большое значение биохимическому влиянию растений друг на друга. Возникла новая ветвь в биологических науках — аллелопатия (Молиш, 1937). В настоящее время (Работнов, 1970) в ее содержание включают изучение действия на условия существования растений при совместном произрастании: а) прижизненных химических выделений наземных органов растений и их корней (колинов), б) химических выделений, образующихся в процессе разложения отмерших на поверхности и в почве частей растений.

Поиски механизма взаимовлияния растений и смены сообществ пошли в послевоенный период главным образом по двум направлениям. В одном придается большое значение выделительной способности растений (аллелопатия), в другом, наоборот, различиям между растениями в поглотительной способности корней, связанной с их

строением и биохимическим составом (избирательное поглощение).

Большая часть исследований в области аллелопатии посвящена роли прижизненных корневых выделений во взаимовлияниях растений. Некоторые исследователи этому фактору придавали решающее значение. Как правило, опыты велись в искусственных условиях, где нормальная жизнедеятельность растений не обеспечивалась. Поэтому установить строго прямое действие корневых выделений одного растения на другое пока не удалось. Анализ результатов этих экспериментов, сделанный за рубежом и в СССР (Bögner, 1960, 1968; Tukey, 1969; Ravita, 1969; Работнов, 1970 и др.) показал, что а) органических соединений (аминокислот, органических кислот, углеводов, ростовых веществ и др.) корни растений выделяют крайне мало; б) действуют они в ризосфере растений и на бактериальную флору прикорневой зоны и быстро разрушаются микроорганизмами; в) влияя на качественный и количественный состав микроорганизмов ризосферы, они через них могут действовать на питание и здоровье выделяющих эти вещества растений, а также косвенно на соседние; г) в процессе эволюции в растительных сообществах установились связи растений с микроорганизмами, способными устранять возможные токсические выделения корней. В природных условиях токсического влияния корневых выделений одних растений на другие обнаружено не было; д) на соотношение растений в сообществах воздействует в целом физико-химическая среда, складывающаяся под влиянием многих разнонаправленных процессов. Практически неотделимой частью химической среды являются прижизненные выделения корней разных растений и продукты разложения их отмирающих остатков.

Широко распространено представление о положительном влиянии бобового на совместно произрастающий с ним злак. Причиной этого влияния долгие годы, на основании исследований А. Виртанена (Финляндия) в 30-х годах, считалось использование злаком прижизненных выделений азота, фиксированного корнями бобового. Однако в дальнейшем в Советском Союзе, в США и в других странах практически значимых выделений усвояемого азота не было обнаружено.

Обобщенные зарубежные данные были изложены на Седьмом международном лугопастбищном конгрессе



в 1956 г. в докладе Г. Батлера и И. Бетхарст (Butler and Bathurst, 1956). Основным источником азота для злаков, совместно произрастающих с бобовыми, признаны непрерывно отмирающие клубеньки, корни и наземные органы бобовых растений. В то же время экспериментально показано, что при наличии легко доступного азота в почве бобовые становятся такими же потребителями азота из почвы, как и злаки (Ромашов, 1969). Используя азот удобрений, бобовые практически не повышают урожая по сравнению с неудобренными посевами. Этим объясняется известный в луговодстве факт снижения эффективности азотных удобрений при большом участии в травостое бобовых.

К пониманию механизма взаимодействия растений разных видов приближают работы, выполненные М. Драйком с сотрудниками (Drake, 1961) и другими зарубежными и советскими учеными по определению катионно-обменной способности корней различных трав. Бобовые, например, обладают корнями с высокой катионно-обменной способностью: двувалентные катионы (Ca, Mg) адсорбируются ими в относительно больших количествах, чем одновалентный K. Поэтому на бедных почвах наблюдается калийное голодание бобовых. Злаки, наоборот, имеют низкую катионно-обменную способность коллоидов корня; соотношение поглощаемых катионов в растениях становится обратным. В результате на почвах с малым содержанием обменного калия они получают преимущество и вытесняют бобовые. Корни разных злаков по этому свойству тоже неодинаковы.

У многих дикорастущих (полевица обыкновенная) они отличаются меньшей катионно-обменной способностью и вытесняют, в свою очередь, лучшие злаки в условиях низкого содержания обменного калия в почве. В обратном соотношении адсорбируются их корнями кальций и магний.

На основании исследований М. Драйка по емкости поглощения катионов травы можно расположить в следующей последовательности (в м.экв. на 100 г сухих корней): люцерна синяя — 48, клевер красный — 47,5, клевер белый — 43,4, канареечник тростниковидный — 30,8, овсяница тростниковидная — 30,4, ежа сборная — 25,6, костер безостый — 24,4, тимopheевка — 22,6, райграс высокий — 22,5, мятлик луговой — 21,6, полевица бе-

лая — 17,3, полевица обыкновенная — 16,5. С уменьшением катионно-обменной способности корней снижается содержание в растениях Са и Mg, а способность использовать труднодоступный калий почвы возрастает.

Катионно-обменная способность зависит от морфологического строения корней; она выше у растений с более толстыми корнями, содержащими больше белковых коллоидов, чем тонкие. Например, у канареечника в его толстых корнях коллоидов больше, чем в тонких мятлика лугового. Опыты (П. И. Ромашова и М. П. Третьяковой, 1962) в вегетационных сосудах (ВНИИК) с равным числом компонентов показали, что более быстрое преобладание ежи сборной в паре с разными другими верховыми злаками связано с быстрым образованием ею большей поверхности деятельной (активной) части корневой системы.

#### **ВОЗМОЖНОЕ СОЧЕТАНИЕ ВИДОВ ТРАВ В СМЕСЯХ**

Обобщение большого числа опытов с различными травосмесями для крупного рогатого скота и практики их применения в производственных условиях позволяет рекомендовать некоторые из них для того или иного режима пользования разной продолжительности. Несомненно, они в дальнейшей исследовательской работе и практической проверке в хозяйствах будут совершенствоваться как по составу компонентов, так и по количественному их соотношению (примерные смеси приведены в приложении).

*В областях с наиболее давним луговым травосеянием (лесная зона европейской части СССР) задача в настоящее время заключается в подборе лучших сортов и соотношений между ними в смешанных посевах. Для горных областей, а также для огромного разнообразия и особенностей природно-климатических условий азиатской части страны подбор видов трав по существу начат лишь в послевоенные годы; здесь предстоит вводить в культуру ценные дикорастущие травы.*

Примером удачного сочетания видов для сенокосного пользования служит широко рекомендуемая на основании многолетних работ ВНИИК и других научно-исследовательских учреждений смесь из клевера красного, тимopheевки, овсяницы луговой и костра безостого. В первые два года основу урожая составляет клевер красный

с тимофеевкой, в последующие 2—3 года — тимофеевка с овсяницей луговой; в дальнейшем в общем урожае все более возрастает доля ковра безостого. С 5—6-го года преобладает костер безостый с примесью овсяницы луговой и тимофеевки. Ценогическая роль овсяницы луговой среди высокорослых типично сенокосных трав с верховым облиствением в этой смеси состоит в уплотнении травостоя во втором ярусе, что препятствует вселению дикорастущих трав, а также в сдерживании (благодаря мощной корневой системе) преждевременного разрастания ковра безостого. Кроме того, она повышает урожай второго укоса и отавы. В то же время в сухие годы овсяница луговая замещает тимофеевку, снижающую побегообразование. При изреживании менее зимостойкой овсяницы луговой ее замещает тимофеевка. Урожай сена этой смеси достигают 60—80 ц с 1 га в среднем за годы пользования.

Вследствие широкой приспособляемости к разным условиям названную смесь применяют на минеральных почвах различных местоположений и на интенсивно осушенных торфяниках северных, центральных и восточных областей европейской части Советского Союза при создании сенокосов 5—7-летнего пользования. При повышенных дозах полного минерального удобрения сложившиеся костровые сенокосы могут служить значительно дольше.

Природное высокое почвенное плодородие или повышенное удобрение увеличивают продолжительность продуктивной жизни и тимофеевки и овсяницы луговой. На богатом фоне высокие урожаи сена могут быть получены в течение 5—7 лет и от смеси из трех компонентов, без ковра безостого. Чтобы использовать биологический азот бобовых дольше (не менее 5—6 лет), в состав смеси включают второе, более долголетнее, бобовое — лядвенец рогатый или люцерну гибридную. Так, в опытах П. И. Ромашова (1969) смесь из клевера красного (или розового), лядвенца рогатого, тимофеевки и овсяницы луговой в течение пяти лет на дерново-подзолистых почвах дала средний урожай 75,2 ц с 1 га с содержанием бобовых в общем урожае 37,1 ц (50%). Высокое участие в травостоях бобовых позволило избежать применения азотных удобрений. Под посев вносили  $P_{70}K_{120}$ ; кроме того, 100 кг действующего вещества калийного удобрения на 1 га ежегодно.

Высокоурожайные сенокосы на почвах нормального увлажнения с реакцией, близкой к нейтральной, с многолетним участием бобовых, могут быть созданы в клеверосоющей зоне путем высева вместе с клевером красным люцерны. При посеве на дерново-подзолистой, среднесуглинистой почве в Ленинградской области (Медведев, Колоскова, 1971) клевер красный Сиворицкий в среднем за три года дал 210 ц зеленой массы с 1 га, лядвенец рогатый — 184, а люцерна Северная гибридная 69—317 ц с 1 га. Посевы люцерны в этой области к 1971 г. достигали 10 тыс. га. Люцерно-злаковые пастбища распространены и в Англии, где их урожай достигает 90 ц сухой массы с 1 га. Это на 25% выше урожая клеверо-злаковых смесей при том же удобрении. Злаки подсевают к люцерне в небольших количествах: тимopheевки около 1 кг или ежи сборной, овсяницы луговой около 2 кг на 1 га (Крылова, 1970). В настоящее время задача состоит в подборе лучших злаковых компонентов и определении лучшего их соотношения и размещения с растениями люцерны для более широкого продвижения этой ценной многолетней бобовой культуры в северные области.

На переувлажняемых минеральных почвах или недостаточно интенсивно осушенных торфяниках (понижение грунтовых вод до 50—60 см) лесной зоны основными компонентами сенокосных смесей служат тимopheевка и лисохвост луговой, а в западных районах и мятлик болотный; их дополняют клевер розовый и овсяница луговая в случаях непродолжительного переувлажнения. При длительном и высоком переувлажнении (расположение грунтовых вод от поверхности в летний период 35—40 см) высевают тимopheевку, или лисохвост, или их смесь.

На интенсивно осушенных торфяниках восточных областей европейской части СССР урожай сена чистого посева коостра безостого (70—80 ц с 1 га в среднем за 5—8 лет) не уступают урожаям смешанных посевов. В центральных областях так называемая яхромская смесь, состоящая из клевера розового (1,0—1,5 кг семян 100%-ной хозяйственной годности на 1 га), тимopheевки (5), овсяницы луговой (6—8) и лисохвоста лугового (1,5—2,0) обеспечила урожай сена на осоковом луговом торфянике (бывшая Московская опытная болотная станция) при ежегодной калийной подкормке в среднем за

30 лет около 80 ц с 1 га; основную массу его составлял лисохвост луговой, непрерывно самообсеменяющийся. Эта же смесь на менее плодородном березово-кочкарном торфянике давала урожай на 35—40% ниже.

Интересно отметить, что лисохвост луговой при ежегодном внесении полного минерального удобрения господствовал и в травостое сеяного луга на минеральных почвах нормального суходола. В среднем за 24 года в этих условиях урожай сена составил свыше 50 ц с 1 га по  $N_{70}P_{25}K_{40}$  ежегодно (Ромашов, 1969). Для раннего многоукосного использования наиболее устойчивые высокие урожаи на дерново-подзолистых почвах дала смесь из люцерны гибридной, клевера красного и ковра безостого (или ежи сборной). В этих опытах (Родионов, 1968) все чистые посевы злаков и бобовых дали меньшие урожаи, чем смешанные. В таких же почвенных условиях для пастбищного пользования хорошие результаты (около 65 ц сухой массы с 1 га в среднем за 11 лет) дало сочетание ранней смеси — из клевера белого, ежи сборной, овсяницы луговой и лисохвоста лугового — и поздней — из клевера красного, тимopheевки, овсяницы луговой и ковра безостого (Минина, 1965).

В зоне люцерносеяния (лесостепь и степь) вторым к люцерне бобовым компонентом для сенокосных травосмесей служат эспарцеты.

В европейской части страны из-за высокой распаханности территории основные площади улучшаемых лугов сохранились на склоновых землях и днищах балок. Для предотвращения эрозии почвы важным мероприятием (в сочетании с агролесомелиорацией) является их залужение.

Опытные учреждения лесостепной зоны в качестве основного ведущего злака предлагают использовать костер безостый. Дополнительно к нему в северной лесостепи можно высевать овсяницу луговую или райграс высокий; южнее — пырей бескорневищный или житняк ширококолосьный. Последние сочетают с люцерной желтогибридной или желтой и эспарцетом песчаным или закавказским. На сильноосмытых почвах, как показал опыт, менее требовательный житняк вытесняет костер безостый, а эспарцеты — люцерну.

Таким образом, краткосрочные сенокосные смеси могут быть составлены из бобовых (1—2) и рыхлокустовых злаков (2), то есть состоять из 3—4 компонентов.

В долголетние смеси должны входить верховые корневищные злаки, то есть всего 4—5 компонентов.

Практика лугового травосеяния и изучение разнородных и сезонных изменений, а также и коренных смен сообществ при долголетнем сенокосном пользовании показали полную возможность отказаться от включения в эти смеси низовых злаков (как это ранее широко практиковалось).

В дальнейшем было установлено, что и высокопродуктивные краткосрочные или долголетние пастбища возможны без включения в состав пастбищных травосмесей ранее совершенно обязательных низовых злаков, а краткосрочные и без корневищных верховых. Пастбища 5—6-летнего срока пользования при посеве смеси из клеверов красного и белого, тимофеевки и овсяницы луговой в среднем за годы пользования в опытах ВНИИК (Ромашов, Кутузова, 1964) обеспечивали урожай сухой массы около 45 ц с 1 га (4000 кормовых единиц) при внесении только фосфорно-калийных удобрений; содержание клеверов в отдельные годы поднималось до 70% общего урожая.

В Зауралье в условиях северной лесостепи на краткосрочном лугу люцерно-злаковые пастбища давали 41—66 ц сухой массы с 1 га с содержанием люцерны в смеси от 35 до 60% общего урожая.

Урожай бобово-злаковых смесей за годы продуктивной жизни того или иного бобового (3—4 года для клеверов, 5—6 лет и больше для люцерны) определяется долей его в травостое, кроме клевера белого, участие которого свыше 40—50% в травостое уменьшает валовой урожай вследствие его невысокой продуктивности. На долю бобовых в травостое оказывает большое влияние состав злаковых компонентов и численное соотношение бобовых растений со злаками. В опытах А. И. Сметанниковой (Ботанический институт АН СССР) участие растений бобового или злака варьировало в широких пределах — с 10, 20, 50, 80, 90% бобового или злака. Было установлено, что урожай смеси люцерны с овсяницей луговой превышает урожай одновидовых посевов этих видов только при участии в травостое злака не более 20% от общего числа растений на единице площади. Увеличение численности злака угнетало люцерну. Костер безостый оказался в условиях этого опыта худшим компонентом для люцерны.

Вопрос о компонентах для люцерны решается неодинаково в разных условиях. Так, в США-в условиях лесной зоны, наоборот, костер безостый или ежа сборная считаются для люцерны лучшими компонентами. Это объясняется, по-видимому, применением отдельных посевов компонентов и подбором соответствующих сортов.

На поливных землях Киргизии лучшими компонентами для люцерны признаны злаки с прикорневым облиствением — ежа сборная, овсяница луговая, райграс многолетний, быстро заполняющие второй ярус травостоя и хорошо борющиеся с сорной растительностью.

Достаточно высокую пастбищную продуктивность дают простые клеверо-тимофеечные смеси.

Под влиянием пастбы скота в загонной системе и ежегодной подкормки фосфорно-калийными удобрениями клеверо-тимофеечные травостои уплотняются мятликом луговым (самосев), овсяницей красной, полевицей обыкновенной и другими злаками. Клевер красный заменяется дикорастущим клевером белым. Продуктивность таких пастбищ колеблется от 2 до 3 тыс. кормовых единиц с 1 га, в зависимости от почвенного плодородия.

Создание долговечных пастбищ в западноевропейских странах, а также в Прибалтийских республиках Советского Союза, находящихся под влиянием мягкого приморского (атлантического) климата, базируется на смесях из райграса многолетнего и многочисленных его сортов (в том числе гибридов с многоукосным и вестервольдским) или мятлика лугового в сочетании с клевером белым с небольшой примесью других компонентов (овсяницы красной, тимopheевки, овсяницы луговой).

Многолетняя проверка во ВНИИК (И. П. Минина, 1926—1969 гг.) различных травосмесей, в том числе составленных и по западноевропейскому образцу, изучение поведения разных видов трав при выпасе, выявили на суходолах центральных областей лесной зоны СССР преимущество верховых злаков перед низовыми. Райграс многолетний здесь неустойчив и часто выпадает полностью после зимы; при обычно малой относительной влажности воздуха среди лета он образует больше жестких, непоедаемых генеративных побегов, чем вегетативных, и плохо отрастает. Мятлик луговой пока еще представлен ксерофитными формами, слабо отрастает в засушливые годы; в случаях его преобладания травостой плохо поедают животные. Поедаемость его значительно

возрастает при сочетании с клевером белым, но последний на суходолах крайне неустойчив: годы высокого его обилия чередуются с годами почти полного отсутствия в травостоях, даже интенсивно удобряемых фосфорно-калийными удобрениями. Культурные сорта клевера белого часто страдают от клеверного рака и других заболеваний. Овсяницу красную при большом ее участии в травостое не поедает ни крупный рогатый скот, ни лошади.

В то же время на суглинистых почвах суходолов обычно на некоторой глубине (например, 50—60 см от поверхности в опытном хозяйстве ВНИИК) бывает горизонт устойчивой влажности, не опускающейся за пределы доступной растениям (продуктивной) влаги. Обладая более глубоко идущей корневой системой, верховые злаки и бобовые растения способны лучше использовать влагу нижних слоев, чем мелкоукореняющиеся низовые злаки и клевер белый, выгорающие в засуху.

Испытание показало преимущество травосмесей из верховых злаков даже при длительном (10 лет) пастбищном использовании (табл. 32).

Таблица 32

Продуктивность долголетних пастбищ на суходоле с зависимости от состава травосмесей (в среднем за 10 лет по НРК)

Смесь	Урожай воздушно-сухой массы (в ц с 1 га)	Сбор кормовых единиц с 1 га	Сбор протеина (в ц с 1 га)	Себестоимость (по прямым затратам)	
				кормовой единицы (в коп.)	1 ц протеина (в руб.)
Из верховых злаков	64,6	5170	10,5	0,6	3,09
Из низовых злаков	47,3	3780	7,5	0,9	4,65
Из верховых и низовых злаков	55,6	4450	8,8	0,7	3,65

Примечание. Во всех смесях высевался клевер белый.

По данным Д. А. Иванова (1963) (Северо-Западный научно-исследовательский институт сельского хозяйства), включение в смесь низовых злаков на суходолах повышенного увлажнения не увеличивало урожая, повысив стоимость смеси семян (табл. 33).



Урожай воздушносухой массы (в среднем за семь лет)

Состав смеси	ц с 1 га	%
Клевер (30%) + низовые злаки (70%)	47,6	93,5
Клевер (30%) + низовые злаки (35%) + + верховые злаки (35%)	51,1	100,4
Клевер (30%) + верховые злаки (70%)	50,9	100,0

В лесной зоне азиатской части СССР (тайга и подтайга) для создания сеяных сенокосов и пастбищ основное значение из бобовых имеют клевер красный (сибирские сорта), тимopheевка, овсяница луговая, костер безостый, регнерия омская и пырей бескорневищный, а в Восточной Сибири и волоснец сибирский; на слабозасоленных торфяниках Барабинской низменности — донник белый, костер безостый, пырей бескорневищный и волоснец сибирский. Урожай сена смесей из этих видов составляют 40—45 ц с 1 га в среднем за 5—6 лет (Казанцев, 1969).

По данным Эхирит-Булагатского сортоучастка (Иркутская область, Емельянов, 1966), на торфяниках в Восточной Сибири из-за значительных колебаний водного режима в сухие и сырые годы наилучшие результаты (70—80 ц сена с 1 га) дает сочетание в смеси засухоустойчивых костра безостого и волоснеца сибирского с хорошо использующими повышенное увлажнение тимopheевкой и овсяницей луговой (восточносибирской селекции).

Сибирская лесостепь в отличие от европейской изрезанной балками и оврагами, характеризуется равнинным рельефом с мелкими западинками и понижениями. Почвенный покров природных кормовых угодий крайне пестрый: луговые почвы располагаются в комплексе с лугово-солонцеватыми, с заболоченными солодами, солонцами-солончаками и др. Посевы многих культур на лугово-солончаковых почвах, солонцах-солончаках (межгрядные понижения, приозерные и приболотные окраины) до сих пор не удавались. В то же время после безотвальной обработки почвы разрастались такие ценные дикорастущие злаки, как шелковицы (бескильницы), ячмени солончаковый и короткостеблый; на заболоченных со-

лодях — лисохвост вздутый и мятлик болотный. На лугово-болотных минеральных почвах слабых понижений наиболее устойчивыми оказались из культурных трав костер безостый и регнерия омская, из дикорастущих — пырей ползучий, лисохвост вздутый и мятлик болотный. Эти и другие природные злаки необходимо вводить в культуру для лугового травосеяния. На встречающихся почвенных комплексах повышенных местоположений лугово-карбонатных почв (вскипание от 10%-ной соляной кислоты с поверхности или с глубины 10—12 см) удавались, наоборот, посевы только бобовых трав — донника, люцерны гибридной, обеспечивающих урожай сена около 30 ц с 1 га вместо 9—10 ц с 1 га природных разнотравно-злаковых сенокосов (Затребаев, 1968). На серых лесных почвах и деградированных черноземах суходолов сибирские научно-исследовательские учреждения рекомендуют гибридные люцерны, донники, эспарцет песчаный, сочетающиеся в 3—4-компонентных смесях с костром безостым, регнерией омской (или пыреем бескорневищным), волоснецом сибирским, овсяницей луговой.

Как показывают рассмотренные результаты экспериментальных работ и производственный опыт, к настоящему времени установлено следующее:

1) высокопродуктивные сенокосы и пастбища разной продолжительности пользования могут быть созданы на основе посева травосмесей, не включающих корневищные злаки или бобовые;

2) при создании высокопродуктивных долгодетных пастбищ не всегда целесообразно включать в смесь в качестве низового злака мятлик луговой в обжитых районах лесной зоны, где он быстро появляется благодаря самосеву. В некоторых случаях возникает обратная задача: определенными приемами ограничить его разрастание в пределах не более 30—40% общего урожая подножного корма. Это не исключает необходимости дальнейшей селекционной работы с мятликом луговым по выведению более продуктивных, широколистных сортов с высокой поедаемостью. Иногда возникает необходимость в ограничении разрастания клевера белого, так как высокое участие его в травостое (свыше 40%) снижает урожай подножного корма;

3) при отборе в смесь видов и сортов трав по их урожайности в чистых посевах следует учитывать ценоти-

ческие свойства, проявляющиеся при совместном обитании в конкретных условиях;

4) более полное использование потенциальной продуктивности каждой популяции в смешанном посеве достигается подбором небольшого количества видов, близких по ритму развития в малом биологическом цикле, но с различным ритмом в большом биологическом цикле жизни. Подбирая 2—3 маловидовые травосмеси разных сроков хозяйственного поспевания (ранние, средние, поздние) достигают более равномерного выхода и более разнообразного подножного корма. При укосном использовании такой конвейер травосмесей дает возможность убрать каждую смесь последовательно в лучшие сроки — в фазе начала цветения на сенокосах, в фазе трубкования или колошения при изготовлении травяной муки или сенажа.

Кроме того, различия в сроках поспевания и составе травосмесей позволяют применять более успешно те или иные приемы ухода, наиболее отвечающие особенностям и жизненному состоянию тех или иных сообществ;

5) наиболее плавная смена менее долголетних (дополняющих) трав более долголетними (ведущими), составляющими в дальнейшем основу сформировавшегося относительно стабильного сообщества, наиболее совершенно достигается, когда подбор трав сопровождается правильным их количественным соотношением в смесях, размещением растений при посеве и дальнейшим поддержанием желаемого ботанического состава мерами ухода и режима пользования.

#### **НОРМИРОВАНИЕ КОЛИЧЕСТВА СЕМЯН В СМЕСЯХ**

Определение нормы высева каждого компонента травосмеси относится к наименее теоретически и практически разработанным вопросам луговодства; оно тесно связано с ценотической характеристикой видов и взаимоотношениями компонентов.

Для получения оптимальной густоты полновозрастных растений создаваемого сообщества с наиболее производительным использованием высеваемых семян норма высева должна возможно полнее соответствовать конкретным условиям местообитания, уровню агротехники (качество обработки почвы, удобрение и др.), режиму

пользования и уходу. Для этого важно установить зависимость, с одной стороны, между величинами урожая и густотой полновозрастных растений, а с другой — между числом высеваемых семян и оптимальным числом растений, прижившихся (укоренившихся) к началу хозяйственного пользования травостоем.

Отношение между численностью особей и продукцией органического вещества является предметом исследования ряда биологов, агрономов и лесоводов, оно нашло отражение в различных математических формулах (М. А. Егунов, Г. Линдгард, Е. Митчерлих, А. А. Сапегин, А. Т. Кирсанов и др.).

Из уравнений М. А. Егунова и Е. Митчерлиха вытекало, что с увеличением густоты посева урожай непрерывно увеличивается (урожай одного растения в то же время уменьшается) и приближается к некоторой максимальной величине. Чем гуще посев, тем ближе будет степень насыщения пространства живой материей к той идеальной степени, которая вообще возможна для данного растения.

Согласно же уравнению Г. Линдгарда, величина урожая возрастает с густотой посева до некоторой максимальной величины, а затем она уменьшается и теоретически может упасть до нуля. Близкое к этому решение вопроса предложил А. А. Сапегин, который, критикуя М. А. Егунова и Е. Митчерлиха, показал, что максимальный урожай получается не при максимальной, а при некоторой оптимальной густоте посева.

Следует отметить, что формула Е. Митчерлиха выведена на основании опытов с однолетними культурами в вегетационных сосудах или в питомниках при негустом стоянии растений. Проверка формулы Митчерлиха в опытах В. И. Козловой (1930) с разными культурами (овес, ячмень, гречиха) показала возрастание расхождения фактического урожая с теоретическим (вычисленным по формуле) по мере увеличения густоты посева.

При анализе большого числа опытов с нормами посева трав (Минина, 1946) выяснилось, что вследствие высокой пластичности луговых трав существует для каждого конкретных условий не одна оптимальная густота стояния растений, а широкая оптимальная зона густот, которой и соответствует максимальный в этих условиях урожай массы. Эту зону можно назвать агрономической (рис. 9), так как в ее границах следует выбирать хозяй-

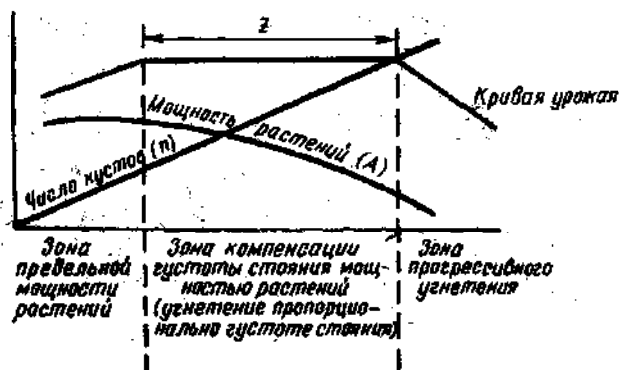


Рис. 9. Агрономическая зона густот растений ( $Z$ ) в одно-видовых посевах.

ственно полезную густоту стояния. В наиболее простой форме урожай можно представить как произведение средней индивидуальной продуктивности растений на их число на единице площади, или он равен  $A \times n$ . В пределах агрономической зоны густот при одном и том же урожае структура<sup>1</sup> одновидового сообщества изменяется от  $A \times n$  до  $a \times N$ , то есть меньшей численности соответствует большая мощность особей; последняя по мере нарастания густоты растений снижается. Биологическая сторона этого явления заключается в том, что растения в агрономической зоне полностью используют все факторы роста: удвоение численности растений в ее границах уменьшает вдвое вегетирующую массу каждого растения в среднем (угнетение здесь пропорционально густоте стояния).

Урожай продолжает возрастать с увеличением нормы высева в случае неполного еще использования растениями факторов роста, и наоборот, начинающееся снижение урожая показывает недостаточность факторов роста для данной численности особей (избыточное угнетение растений).

<sup>1</sup> В данном случае термин «структура сообщества» понимается, как численность с сопряженной с ней средней мощностью растений (индивидуальной продуктивностью).  $A$  — относительно больший вес (крупность) растений;  $a$  — меньший вес;  $N$  — большее число растений на единице площади;  $n$  — меньшее их число.

Чем выше способность быстрого разрастания в данных экологических условиях, тем при меньшей начальной густоте растений наступает полное использование факторов роста, то есть максимальный урожай получают при меньшем количестве высеянных всхожих семян. При достаточном обеспечении необходимыми условиями жизни потенциальная способность растений разрастаться (кустистость; высота и др.) проявляется сильнее.

Поэтому для получения наибольшего, возможного в данных условиях, урожая установление оптимальной густоты растений приобретает большое значение: 1) для менее потенциально пластичных растений и 2) для более жестких условий существования, например ограниченное снабжение водой.

Для решения вопроса об оптимальной густоте стояния растений разных трав и необходимого для этого количества высеваемых всхожих семян важно проследить процессы изменения численности растений, их мощности и связанной с ними массы от всходов до взрослого состояния при разных грациях количества семян.

В опытах ВНИИК (И. П. Минина, 1939—1944) в таком направлении на дерново-подзолистых суглинках изучали луговые злаки разных биологических групп: тимофеевку (яровой, рыхлокустовой злак), овсяницу луговую (озимый, рыхлокустовой) и овсяницу красную (озимая, корневищная форма). Тимофеевку высевали по 3320 и вдвое меньше семян на 1 кв. м, а оба вида овсяниц по 1660 и 830 штук. Посевы проводили в последних числах мая без покрова, три года-подряд.

Формирование той или иной структуры ценоза и соответствующее ей накопление наземной массы определяли двумя противоположно направленными процессами: 1) изреживанием появившихся полных всходов, то есть непрерывным уменьшением численности растений по сравнимым густотам посева; 2) нарастанием средней мощности одного растения, то есть увеличением числа побегов, облиственности, высоты их и веса (возрастание крупности особей).

Изреживание наступало раньше и проходило интенсивнее на более густых посевах, где смыкание растений начиналось в более молодом их возрасте. Выпадали растения, как правило, однопобеговые, позднее взшедшие, отстающие по размерам наземной и корневой массы. Особенно сильно изреживалась тимофеевка при недо-

Таблица 34

Изменения структуры сообщества тимофески луговой и накопление наземной массы в первый год жизни (засушливая вторая половина вегетационного периода) в зависимости от густоты посева семян

Показатель структуры ценоза	Норма 320 семян на 1 кв. м				Норма 1680 семян на 1 кв. м			
	20/VII	1/VIII	20/VIII	1/IX	20/VII	1/VIII	20/VIII	1/IX
Вес сухого вещества (в г с 1 кв. м)	8,9	27,4	62,0	43,6	3,6	11,2	25,0	51,1
Число экземпляров на 1 кв. м	748	737	595	297	310	310	247	247
Число побегов на 1 кв. м	1047	1253	1547	891	400	547	741	1047
Число листьев на 1 кв. м	3291	5233	6853	4210	1294	2250	2989	4620
Количество кустящихся экземпляров (в %)	19	24	38	72	14	30	70	71
Площадь на 1 растение (в кв. см)	13	13	17	34	32	32	40	40
Характеристика куста (средняя индивидуальная мощность)								
Число побегов на куст	1,4	1,7	2,6	3,0	1,3	1,8	3,0	4,3
Число листьев на куст	4,4	7,1	11,5	14,2	4,1	7,3	12,1	18,7
Высота (в см)	7,1	10,1	13,1	13,5	7,6	10,2	12,1	13,1
			16,8	19,9			16,2	18,5
Вес сухого вещества куста (в г)	0,01	0,04	0,10	0,15	0,01	0,04	0,10	0,20

Примечание. В знаменателе высота генеративных побегов.

статке воды, при посеве трав в сухой год. При вдвое меньшей густоте посева в этом же году все особи сохранились, к уходу в зимовку они отличались большей кустистостью и облиственностью, а также весом одного растения (табл. 34).

Вследствие сильного изреживания и меньшей мощности растений масса с единицы площади густого посева к уходу в зимовку в год посева ниже, чем редкого. Хотя численность особей в густом посеве и сохранилась более высокой, но число листьев и побегов на единице площади уменьшилось. После выпada слабых кустов процент наиболее развитых растений (образовавших и генеративные побеги) сравнялся при обеих нормах. Таким образом, по плотности травостоя к этому времени оба ценоза меняются местами; соответственно начинает возрастать кущение сохранившихся растений при повышенной норме. Вторичное изреживание зимой и весной опять более интенсивно в густом посеве (уменьшение числа растений в 3 раза при высокой норме и в 2 раза при небольшой). Оно обусловило сохранение меньшего количества растений в густом, чем в редком посеве, но большей мощности (средний вес 4,2 г против 3,2 г). Это обеспечило на второй год жизни (первый год пользования) более высокий урожай сена — 45 ц с 1 га против 35 при более высокой норме высева семян. В последующие годы вновь более высокая интенсивность кущения при меньшей норме высева выравнивает урожай (рис. 10, 11); в среднем же за четыре года урожаи сена практически были равны (64—67 ц с 1 га). На четвертый год опыта травы не удобряли.

При посеве трав во влажный год особенности формирования структуры ценоза и нарастания массы заключались в значительно более высокой полевой всхожести, следовательно, в более высокой исходной густоте растений. Процесс нараста-

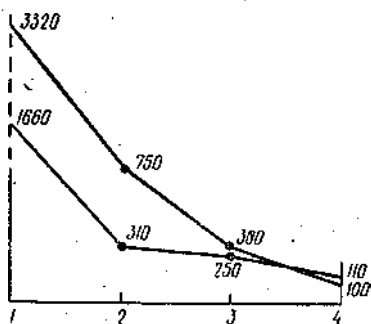


Рис. 10. Динамика числа растений тимopheевки при разных нормах высева (на 1 кв. м):

1 — число высеянных семян; 2 — число всходов; 3 — число растений, ушедших в зиму; 4 — число растений, сохранившихся к первому укосу.



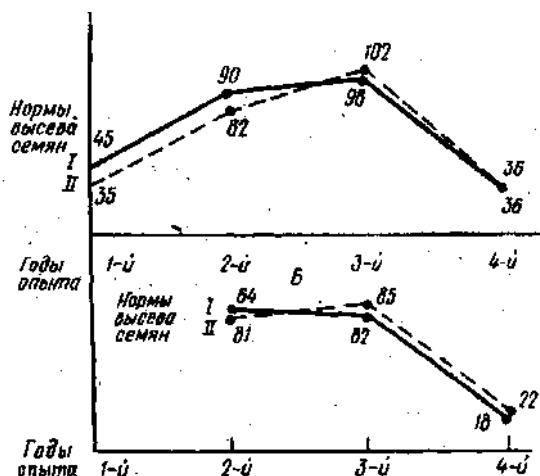


Рис. 11. Динамика урожая сена тимфефевки (в ц с 1 га) при разных нормах высева:

А — посев в сухой год; Б — посев во влажный год.

ния мощности шел более быстро. Поэтому при обеих нормах смыкание начиналось раньше, чем в первом опыте.

Более сильное изреживание при высокой норме и в этом году сопровождалось снижением количества массы. При меньшей густоте стояния растений изреживание их не уменьшало массу: меньшая численность особей компенсировалась большей индивидуальной их мощностью.

В условиях длинной теплой осени изреживание особей быстро компенсировалось интенсивным кушением растений и вес массы при обеих нормах сравнялся уже к зиме, но мощность особей при меньшей норме была выше: 3,5 г против 2,7 г веса сухой массы одного куста в среднем. Это различие сохранилось и к укусу следующего года: 9,4 г против 8,0 г при численности 85 и 105 растений на 1 кв. м. Урожай же в первый год пользования были одинаковыми при обеих нормах (81 и 84 ц с 1 га). На четвертый год жизни на посевах удобрение не вносили. Так как более мощные растения в редком травостое обладали более глубокой и разветвленной корневой системой, в данных условиях урожай при этой норме был выше на 22%.

Такая же закономерность характерна и для овсяницы луговой: количество всходов почти пропорционально

количеству высеванных семян. В результате более интенсивного изреживания густого посева исходные числа растений (во всходах) значительно сближаются к первому укосу, то есть процент укоренившихся полновозрастных растений выше при меньшей густоте (лучше используются семена). Выживало от числа полных всходов 37% при меньшей густоте и только 19% при большей густоте всходов.

Оптимальная площадь питания полновозрастных растений при сенокосном режиме на небогатых почвах нормального суходола определялась в 100 кв. см для тимофеевки и овсяницы луговой (густота около 100 растений на 1 кв. м). Для получения оптимальной густоты тимофеевки при посеве в неблагоприятные (сухие) годы достаточно было около 3 500 всхожих семян на 1 кв. м, во влажные — около 2000, а для овсяницы луговой — около 1500—1700 в сухие и около 1000—1200 во влажные годы. Это соответствует вековым нормам семян I класса (при существующем среднем весе 1000 семян) — 16 и 10 кг тимофеевки, 30 и 20 кг овсяницы луговой на 1 га.

Естественно, что в условиях высокого агрофона, где в наибольшей степени проявляется способность побегообразования злаков, нормы высева могут быть меньшими. В опытах Н. Ф. Лебедевича на старопахотном хорошо разложившемся торфянике оптимальной нормой семян тимофеевки были 9 кг на 1 га, а на слаборазложившемся (второй год культуры) — 12 кг на 1 га, а овсяницы луговой соответственно 20 и 28 кг.

На торфяниках Московской области в Яхромской долине на основе многолетних опытов М. Д. Путятин рекомендует следующие нормы высева тимофеевки, овсяницы луговой и лисохвоста лугового (при 100%-ной хозяйственной годности) в зависимости от плодородия (в кг на 1 га): на среднеразложившихся торфах соответственно 10, 19, 15, а на слаборазложившихся древесных 12,5, 23, 23.

Особенности формирования структуры ценоза и наращивания наземной массы у корневищной овсяницы красной определялись более высокой ее побегообразовательной способностью и в то же время более мелкими размерами растений в год посева (к уходу в зимовку втрое меньший вес, чем у овсяницы луговой, и вдвое, чем у тимофеевки). Поэтому на посевах и сухого и влажного года

к первому укосу сохранилось большее число растений в более густом посеве; урожай соответственно был выше при более высокой норме (структура  $a \times N$ ). В результате дальнейшего интенсивного побегообразования с третьего года жизни при высокой норме высева наблюдалось самозагущение и сильное угнетение растений (измельчание побегов). Поэтому урожай сена в последующие годы был устойчиво выше при меньшей норме: на пятый год жизни почти в 2 раза больше, а в среднем за четыре года — 55 ц с 1 га против 48 ц с 1 га при высокой норме высева. Площадь питания для взрослого растения первого года пользования в этих условиях составляла около 80 см (120 растений на 1 кв. м). При высева 1000 семян овсяницы красной на 1 кв. м весовая норма ее семян I класса 14 кг на 1 га (в опытах Н. Ф. Лебедевича на торфах — 15 кг на 1 га).

У всех трех рассмотренных злаков в год посева при более высокой норме высева семян преобладали мелкие растения (с числом побегов от 1 до 10); при меньшей — крупные.

На второй год жизни в результате выпадения слабых особей растения тимopheевки выравниваются; в травостое преобладают при обеих нормах высева крупные растения (более 20 побегов). Но биологическая полноценность их различна. Выше уже отмечалось, что при высокой норме большинство всходов появляется с меньшей глубины, чем в редком посеве, и узел кущения располагается ближе к поверхности; кустистость растений ниже.

В более редком травостое с растениями, не испытывавшими избыточного загущения (без депрессий в ходе накопления массы) процент генеративных побегов в каждой группе выше, особенно в группе наиболее крупных кустов (72% при меньшей норме высева и 51% при большей). У овсяницы луговой и овсяницы красной и на второй год жизни преобладают при меньшей густоте посева более крупные кусты (46—50%) с более высоким процентом генеративных побегов в этой группе.

У тимopheевки и овсяницы луговой растения с большим числом побегов характеризовались и большей высотой.

Таким образом, на второй год жизни у верховых злаков растения располагались по разным пологам (низкие, средние и высокие особи); выпадали наиболее отставшие в росте и в кущении низкие растения.

Следовательно, количество всхожих семян, необходимое для получения оптимальной численности взрослых растений (к первому году хозяйственного пользования травостоя) определяется двумя величинами — полевой всхожестью и выживанием всходов.

Полевая всхожесть семян одинакового качества довольно близка при разных нормах высева (в границах агрономической зоны) и в большей степени зависит от влажности и температуры почвы, равномерности глубины заделки. Абсолютное количество всходов выше при высоких нормах высева. Количество выживших растений находится в обратном отношении к густоте всходов. Поэтому при разных нормах семян число растений на единице площади к первому укосу сближается. Процент укоренившихся растений (прижившихся) по отношению к числу высеванных семян, таким образом, выше при меньшей норме, он может быть выражен как произведение процента полевой всхожести на процент растений, выживших к первому укосу, деленное на 100. Например, в таблице 35 для тимopheевки:  $\frac{19 \times 37}{100} = 7\%$ .

Норма высева семян (в кг на 1 га) при 100%-ной посевной годности может быть определена как произведение оптимального числа растений на 1 кв. м на вес 1000 семян, деленное на процент приживаемости. Например, для овсяницы луговой при 100 растениях на 1 кв. м и 15% приживаемости норма высева составит:  $H = \frac{100 \times 2}{15} = 13$  кг, а при посевной годности I класса (87%)  $H = \frac{13 \times 100}{87} = 15$  кг. Следовательно, норма высева тем выше, чем больше вес 1000 семян, чем больше надо вырастить растений на единице площади (то есть чем слабее их кустистость и ниже агрофон), чем ниже приживаемость тех или иных видов трав.

В этом опыте и ряде последующих установлено, что, как правило, кондиционные семена злаковых трав с более высоким весом 1000 штук характеризуются и более высокой полевой всхожестью. На Уэльской селекционной станции в Англии еще в ранних опытах (Davies, 1934) такая зависимость была установлена и у разных сортов. Исключение составляет полевица белая; полевая всхожесть ее выше, чем у более крупных семян мятлика лугового.

Критический период для выживания всходов — первый месяц; погибает обычно больше всходов у мелкосемянных трав, мелко или глубоко заделываемых, отличающихся и малыми размерами наземных и подземных органов. Второй критический период — смыкание всходов и третий — после первой зимовки и первой весны.

В последующие годы количество укоренившихся особей более или менее стабилизируется до самого старения или вытеснения данной популяции другой. При повышенных нормах в посевах рыхлокустовых злаков выпадение наиболее слабых растений наблюдается в течение всей их продуктивной жизни. При резко неблагоприятных зимовках травостой может сильно изреживаться в результате гибели наиболее слабых растений.

Сообщества структуры  $A \times N$ , формирующиеся при относительно более высоких нормах высева семян, дают более высокий урожай массы, как правило, только в первый год пользования, уступая в дальнейшем сообществам структуры  $A \times n$ .

Немаловажное значение имеет и экономия семян, так как равновеликие средние урожаи получают при значительно меньших нормах высева. С нарастанием густоты посева все большее число всхожих семян не реализуется (табл. 35).

Некоторая часть этих семян при летне-осенних посевах всходит весной следующего года; в случаях изреженности травостоя после зимовки всходы их достигают полновозрастного состояния. Чаше запоздавшие всходы попадают под густой полог растений из ранее взошедших семян и выпадают. Большая же часть невзошедших семян злаков погибает от поражения грибными и бактериальными болезнями, почвенными насекомыми и другими организмами. Дольше в почве сохраняются так называемые твердые семена бобовых. Твердосемянность рассматривается как выработавшееся в процессе эволюции приспособление к среде в естественных условиях; оно больше выражено у бобовых, позднее введенных в культуру. Крайне суровые зимние условия, вызывающие гибель растений, способствуют дружному прорастанию твердых семян весной.

Важно отметить, что сильное загущение влияет на численность растений еще в фазе проростков. Так, в опытах П. Гюи (Guu; Франция, 1965) с очень большими грациями в количестве высеянных всхожих семян клевера

Таблица 36

**Изменение в численности растений от всходов до первого укоса  
в зависимости от густоты посева**

Число высевных всходов семян	Численность особей			Количество укоренив- шихся растений (в % от числа высевных семян)			Количество выживших растений (в % от числа полных всходов)	
	к периоду полных всходов	к первой зимовке	к первому укосу	к периоду полных всходов	к первой зимовке	к первому укосу	к первой зимовке	к первому укосу

**Посев в сухой год**

*Тимофеевка*

1660	310	250	115	19	15	7	80	37
3320	750	300	105	23	9	3	40	14

*Овсяница луговая*

830	315	140	120	38	17	14	43	37
1660	560	290	95	34	17	7	52	19

*Овсяница красная*

830	225	170	120	27	20	15	75	53
1660	330	200	150	20	12	9	60	46

**Посев во влажный год**

*Тимофеевка*

1660	600	170	85	36	10	5	28	14
3320	1240	225	105	37	7	3	18	8

*Овсяница луговая*

830	520	160	82	63	20	10	31	16
1660	1000	225	132	60	13	8	22	13

Таблица 36

**Полевая всхожесть семян клевера красного в зависимости от нормы  
высева**

Число высевных семян	Число всходов	Полевая всхожесть (в %)
млн. на 1 га		
25	23,5	94
50	30,0	60
100	52,0	52
200	101,0	50
400	161,0	40
800	242,0	30
1600	420,0	25

красного (табл. 36) процент полевой всхожести уменьшался по мере увеличения нормы высева семян. Каждая новая порция семян давала все меньший прирост всходов, значительно возрастало количество непроросших всхожих семян и не вышедших на поверхность проростков.

При увеличении числа высеянных семян в 8 раз количество всходов удвоилось, а при увеличении в 64 раза число растений выросло только в 17,5 раза. Таким образом, с повышением количества семян в рядке всходы на поверхность почвы появляются из проростков, способных первыми полно использовать среду первичной корневой системой, не оставляя необходимых условий для других (возможно, из-за избытка  $\text{CO}_2$  в зоне скопления семян вследствие интенсивного дыхания первых прорастающих семян).

Мы в своих опытах учитывали среднюю фактическую глубину залегания проросших семян в зависимости от густоты посева. При установке сеялки на одну и ту же глубину (3 см) овсяница луговая при одинарной норме высева взошла с глубины 2,9 см, а при удвоенной — с 2,3 см. Высота всходов была больше при меньшей норме: 9,6 см против 8,2 см (среднее из промеров 100 растений). У костра безостого при одинарной норме средняя глубина залегания взошедших семян составила 2,5 см, а при удвоении ее — 1,7; высота всходов соответственно 9,7 и 7,5 см. Следовательно, и в этом опыте выявилось ухудшение условий для прорастания семян с повышением их количества в рядке.

Итак, оптимальной численностью особей популяции одновидового посева следует признать ту, которая обеспечивает наибольший возможный в данных условиях урожай (на первом этапе жизни долголетнего сеяного сообщества) при невысокой степени угнетения растений. Оптимальную численность растений должна обеспечить оптимальная норма высева семян с наименьшими потерями последних, а также проростков и всходов. С ростом площадей под сеянными сенокосами и пастбищами все большее значение приобретает экономное эффективное использование семян трав и в одновидовых и многовидовых посевах.

Вопреки бытующим представлениям о получении более высококачественного травостоя путем загущения его (посевом трав с высокой нормой семян), качество корма

при этом обычно снижается. В опытах С. П. Смелова (1966) при загущении посевов костра безостого и тимopheевки луговой снижалось содержание протеина в листьях, вегетативных и генеративных побегах; больше отмирало листьев. Повышение густоты посева снижает содержание протеина и у бобовых. А. Н. Пайонов (1969) в своих работах показал, что реакция различных многолетних и однолетних растений на загущение аналогична их реакции на недостаток в почве питательных веществ (в первую очередь азота) в условиях редкого посева: совпадали сроки закладки генеративных органов и начала цветения, морфологическая структура растений и др.

Как вытекает из рассмотренных данных, непродуцительные потери семян, проростков и всходов в значительной степени можно снизить следующим образом:

а) установлением нормы высева в соответствии с оптимальным в данных агроэкологических условиях числом растений на единице площади, не допуская завышения количества высеваемых семян;

б) улучшением техники посева — наиболее равномерным сплошным распределением семян на площади и равномерной глубиной их заделки, дифференцированной по видам трав соответственно их биологическим требованиям.

Естественно, что этому же способствует высококачественная подготовка к посеву площади (основное удобрение, а также внесение туков с семенами, основная обработка, известкование, тщательная предпосевная культивация с выравниванием поверхности и уплотнением ложа для семян трав и др.), а также защита семян от болезней и вредителей путем протравливания их перед посевом.

В перспективе возможно улучшение посевных качеств семян воздействием на них физиологически активных веществ (ауксинов, витаминов и т. д.), физических (ионизирующие излучения, ультразвук и др.) или химических.

Большое значение имеет, конечно, и улучшение семеноводства луговых трав (выращивание, очистка, сортирование, хранение):

**Соотношение густоты посева и урожая в смешанных многовидовых посевах.** В смешанных посевах наибольший урожай создается тоже при некоторой степени угнетенности растений, часто более сильной, чем в одновидо-



вых посевах (для всех или некоторых компонентов). Но общий урожай правильно подобранной смеси трав выше, чем одновидовых посевов, вследствие более высокой плотности травостоя. Этому способствует ярусное размещение, разная форма и величина надземных и подземных органов растений, что обеспечивает большую общую фотосинтезирующую поверхность сообщества. Так, по данным П. Н. Алексеенко (1966) интенсивность фотосинтеза растений в смешанных посевах по сравнению с одновидовыми уменьшалась на 11,6% из-за более высокой затененности, но площадь листьев (средняя за вегетацию) возрастала на 55%; в итоге продуктивность фотосинтеза увеличилась на 35—40%. Глубина проникновения корней в смешанном посеве снижается значительно: по данным Элленберга (1952), на минеральных почвах в чистых посевах она достигала у райграса высокого 280 см, лисохвоста — 130, овсяницы красной — 125, овсяницы луговой, ежи сборной, мятлика лугового — 100—110 см, тимофеевки — 88 см. В составе сложной смеси она уменьшилась до 100 см у райграса высокого, до 86 см у лисохвоста, до 39—43 см у овсяницы луговой и ежи сборной, до 10—22 см у остальных злаков. Но масса корней в верхних слоях почвы возросла. Таким образом, наземное и подземное пространство в смешанных посевах заполняется органическим материалом более плотно, чем в чистых. Численность растений и характер их размещения (сложение) в смешанных посевах приобретают особое значение. Чем относительно больше концентрированных очагов вегетативного возобновления данной популяции и чем равномернее они распределены по площади, тем скорее она может при благоприятных условиях образовать большую массу и занять в смешанном ценозе господствующее положение.

Под влиянием погоды или агротехники весовое обилие той или иной популяции может изменяться в широких пределах без значительных изменений в численности растений. Поэтому существенное значение при создании сеяного смешанного сообщества имеет исходное численное соотношение укоренившихся особей. Изменяя режим использования, дозы, состав удобрений и другие условия, можно направленно влиять на кушение и рост особей той или иной популяции.

В смешанных посевах, так же как и в одновидовых, проявляются близкие закономерности в соотношении

численности растений и накоплении массы в зависимости от густоты посева. Во многих отечественных и зарубежных опытах наблюдались вначале повышение массы и численности особей по мере увеличения нормы высеваемых семян до известного предела, затем стабилизация урожая, а далее снижение его вследствие предельного загущения.

В незагущенных смешанных посевах преобладают крупные особи с более высокой кустистостью и ростом и более мощной корневой системой, а в этой связи и с большей устойчивостью и долголетием. В смешанных посевах, как и в одновидовых, агротехническая зона густот шире при условиях, благоприятных для разрастания трав.

Поэтому более точное определение густоты посева травосмеси особенно важно на бедных почвах, где как слишком сильное загущение, так и уменьшение густоты вызывает снижение общего урожая. На богатых почвах идет быстрая компенсация меньшей численности растений кущением; выбор нормы (густоты посева) здесь определяется рациональным использованием и экономией семян.

Чем сложнее смесь, а в связи с этим и выше густота посева, тем ниже процент приживаемости и ниже оплата каждой тысячи всхожих семян сухой массой. Так, в опытах Всесоюзного научно-исследовательского института кормов на дерново-подзолистых почвах (Московская область) высевали две маловидовые смеси (3—4 компонента) и одновременно смесь из семи видов трав, входящих в эти смеси и с теми же нормами посева. Те же смеси были посеяны в засушливых условиях лесостепи Зауралья (табл. 37).

Несмотря на большие различия в количестве высеваемых семян в сложной смеси по сравнению с простыми, число растений (при летнем посеве) после первой зимовки в первом опыте во всех смесях сравнялось, а во втором значительно сблизились. Средние урожай за годы пользования (11 лет в первом, 8 лет во втором опыте) маловидовых (простых) смесей не уступали урожаям многовидовой (сложной).

Большое влияние на приживаемость растений той или иной популяции оказывают сопутствующие компоненты. Так, в тех же опытах овсяница луговая при посеве с одной и той же нормой (435 всхожих семян на

**Приживаемость растений в зависимости от числа компонентов смеси и нормы высева**

Смесь	Число всхожих семян на 1 кв. м	Количество растений, укоренившихся к весне		Количество сухой массы на 1000 семян (в г)
		на 1 кв. м	% к числу высеянных семян	
Московская область				
Сложная	3145	1085	35	330
Простая 1	2210	1015	46	460
Простая 2	2350	1045	45	410
Зауралье				
Сложная	4030	965	24	90
Простая 1	2130	655	32	250
Простая 2	2430	775	32	200

1 кв. м) отличалась более высокой полевой всхожестью и выживанием всходов в смеси с лисохвостом луговым и клевером белым (280 растений, или 64% прижившихся к весне), чем в смеси с клевером красным и тимopheевкой (165 растений, или 38%).

Естественно, возникает вопрос, в какой мере повышением нормы высева того или другого вида можно влиять на количественное участие этого вида в смешанном сообществе.

Рядом отечественных и зарубежных исследований (Путятин, 1939; Иванов, 1963; Минина, 1954; Поммерс, 1969; Клапп, 1954; Арнс, 1962, и др.) установлено, что повышение нормы медленно развивающихся трав в первые после посева годы (мятлик луговой, полевица белая и др.) существенно не повышает их участия в травостое и не влияет на величину урожая первых лет. Они появляются в урожае лишь после изреживания менее долголетних трав. Так, в опытах Веллера (по Клаппу, 1954) при норме высева мятлика лугового 6,5 и 13 кг на 1 га он занимал в травостое около 9%, при 20 кг на 1 га — 10% (по весу). В то же время в опытах ВНИИК (Минина, Лашманова, 1969) выяснилось, что при более высокой норме с 5—6-го года пастбищного пользования он быстрее повышал участие в травостое.

Из быстроразвивающихся трав на повышение нормы наиболее быстро и сильно реагирует райграс многолет-

ний, его доля в травостое резко возрастает, что обуславливает сильное угнетение им других компонентов. В опытах Аренса повышение нормы райграса с 1 кг до 20 кг на 1 га увеличило его участие с 16 до 57%. Но повышение идет непропорционально росту нормы высева: для повышения количества райграса в травостое в 3—4 раза норму потребовалось повысить в 20 раз. Для большинства трав характерно повышение их участия в травостое по мере повышения нормы высева только до известного предела, за которым участие их не возрастает, а иногда даже снижается. Например, на низинных торфяниках таким пределом для посева в травосмеси овсяницы луговой была норма 6 кг, для тимopheевки — 10, для клевера розового — 5 кг.

Успех увеличения доли в травостое популяции путем увеличения нормы высева зависит также и от сопутствующих компонентов. Так, костер безостый при высеве с мятликом луговым (по 50% от нормы высева в чистом посеве каждого вида) занимал в первые годы около 90% в общем урожае, с райграсом многолетним или овсяницей луговой — около 50%, с ежой сборной его участие упало до 16%. При всех сочетаниях повышение нормы высева костра безостого в 1,5—3 раза снижало долю его участия в общем урожае парной смеси из-за угнетения растений его при загущении тем значительнее, чем больше была норма высева его семян (Кларр, 1954).

Во многих случаях соотношение компонентов в смешанном посеве при ныне действующих исходных нормах удается изменить путем снижения в травосмеси нормы ценотически сильного, а не повышением нормы слабого компонента.

В единичных опытах по изучению норм высева пастбищных смесей со значительной долей мелкосемянных низовых, интенсивно кустящихся трав выявлена та же закономерность — быстрая компенсация кущением меньшей численности растений и выравнивание урожая при значительно различающихся нормах.

В опытах Литовского научно-исследовательского института земледелия (Тонкунас, Билявичене, 1971) нормы высева пастбищной смеси с большим содержанием семян низовых злаков изучали на средних суглинках в широких пределах. За 100% была принята норма 17,1 кг на 1 га при 100%-ной хозяйственной годности. Ее снижали на 50 и 75% и повышали на 50 и 100%. Урожай в сумме

за четыре года при половинной норме равнялся урожаю при более высоких нормах (220—222 ц сухой массы с 1 га). Эта норма оказалась наиболее экономически выгодной. Такие же выводы получены в аналогичных опытах на низинном торфянике.

При изучении норм высева для орошаемых пастбищ в диапазоне от 5 до 40 кг на 1 га оптимальной была норма 15 кг семян смеси из клевера белого, ежи сборной, костра безостого и овсяницы красной. При высоких нормах преобладала ежа сборная, угнетался клевер белый (Wilson, Peake, 1958, Канада).

Техника расчета нормы семян травосмеси. До начала 60-х годов в советском луговодстве пользовались преимущественно так называемым процентным методом расчета норм высева травосмесей. Он был предложен еще в конце прошлого столетия А. Вьянном (Швейцария, 1870) и далее разработан немецкими луговодами; иногда его называют методом Штреккера (1931). В основе этого метода лежат наблюдения за числом экземпляров растений на квадратном футе природных лугов; отсюда вычислена примерная площадь, занимаемая одним растением многовидового сплошного травостоя. Для верховых злаков она принята 10 кв. см, для низовых — 5—7, для клевера красного и розового — 21 и 22, а для клевера белого и люцерны рогатой — 16—18 кв. см. На основании этой площади питания взрослых растений вычислялось, сколько может поместиться растений того или иного вида при такой густоте на 1 га в одновидовом посеве. Далее путем деления этого количества растений на среднее содержание семян каждого вида в 1 кг определяли количество килограммов чистых, всхожих семян на 1 га. Но, принимая во внимание потери семян и проростков, а далее всходов до момента хозяйственной годности лугового травостоя и не имея конкретных данных о их размерах, произвольно увеличивали в несколько раз нормы, рассчитанные в килограммах чистых всхожих семян в лаборатории. Так, при содержании в 1 кг райграса высокого 406 500 чистых всхожих семян и размещении на 1 га 10 000 000 растений (по 10 кв. см на одно) требовалось высеять 24,6 кг чистых всхожих семян, а с поправкой на потери принята норма в 60 кг на 1 га, то есть в 2,5 раза больше. Для других верховых злаков ее повышали в 4—5 раз, а для низовых с мелкими семенами и всходами (мятлик луговой, полевица белая) —

в 10 раз. Таким образом, нормы Штреккера не были экспериментально установленными для одновидовых посевов, а являлись расчетными, причем едиными для всего разнообразия местообитаний.

Техника расчета нормы высева смеси по процентному методу заключалась:

1) в установлении желаемого процента участия растений на площади (принимаемой за 100);

2) в вычислении нужного количества семян по установленному проценту от расчетной нормы данного вида в чистом посеве (при которой он бы занимал 100% площади); при этом предполагают, что растения займут отводимый им процент площади в проектируемом смешанном посеве;

3) в суммировании вычисленных для каждого компонента весовых норм высева (в кг на 1 га);

4) в надбавке на потери растений в неблагоприятные годы и от взаимной конкуренции; надбавка делалась тем больше, чем сложнее бралась смесь и чем дольше предполагалось ею пользоваться: для клеверо-злаковых, наиболее простых, — 25%, для среднего долголетия — 50%, а для сложных долголетних — 75—100%.

Пример расчета нормы высева травосмеси для краткосрочного сенокоса приведен в таблице 38. Для таких смесей считалось необходимым иметь в травостое по половине растений бобовых и злаковых трав.

Таблица 38

Расчет нормы высева травосмеси по Штреккеру

Заданная смесь	Количество растений (в %)	Расчетная норма (в кг на 1 га)	Требуемое количество семян	
			по расчетной норме	с 50%-ной надбавкой
Клевер красный	30	23	6,9	10,4
Клевер розовый	20	14	2,8	4,2
Тимофеевка	25	19	4,8	7,2
Овсяница луговая	25	47	12,0	18,0
Итого	100		26,5	39,8

Процентную надбавку можно рассматривать по существу как поправочный коэффициент на взаимодействие

вне растений в смешанном сообществе, равный 1,25; 1,50; 1,75; 2,0. Но этот коэффициент одинаков для разных входящих в смесь видов трав и для всех местообитаний. Следовательно, при этом методе предполагалось, что: а) взаимоотношения между растениями в смешанных посевах сохраняются теми же, что и в чистых (то есть межвидовые отношения растений аналогичны внутривидовым); б) с увеличением числа видов в смеси напряженность конкуренции возрастает для всех видов в равной степени и изреживание каждого вида прямо пропорционально изреживанию других.

В результате надбавок общие нормы высева смеси долготеленого пользования при расчетах по Штреккеру достигали 60—80 кг семян на 1 га и более.

Широкая экспериментальная проверка процентных норм высева луговых травосмесей, рассчитанных по таблицам Штреккера, в бывшем Луговом институте и на опытных станциях в 20-х и 30-х годах, показала, что урожай трав при надбавках не только не возрастал, но во многих случаях снижался. При этом в травостое резкое преобладание получали виды, наиболее быстро разрастающиеся. При высеве же на наиболее плодородных почвах — в поймах и на осушенных низинных торфяниках — достаточной оказалась норма вдвое ниже, чем рассчитанная по Штреккеру без надбавок.

В зависимости от крупности семян трав, входящих в смесь, оптимальные нормы высева травосмесей определили в большом числе опытов в лесной зоне — от 20 до 30 кг семян I класса на 1 га, то есть в 2 и 3 раза ниже рассчитанных по таблицам Штреккера. Это заставило критически отнестись к его расчетным нормам. Крайне небольшое число прямых опытов по разработке норм высева луговых трав в чистом посеве на корм, накопившийся опыт посева этих трав на семена, а также опыт полевого травосеяния позволили к 40-м годам обосновать действующие до настоящего времени нормы для одновидовых посевов трав (табл. 39).

Особенно важно в ближайшие годы разработать нормы высева луговых трав в одновидовых посевах для высокого агрофона и для разных градаций увлажнения; остались также не исследованными нормы высева при частом отчуждении трав с первого же года пользования (многоукосное или пастбищное). Основной недостаток процентного метода, применяемого в ряде случаев и до

Нормы высева трав при 100%-ной посевной годности для беспокровного чистого посева (в кг на 1 га) (ВНИИК)

Трава	На минеральных почвах		На торфяных почвах при разбросном севе	Средний вес 1000 семян (в г)	Посевная годность семян I класса (в %)
	при разбросном севе	при рядовом			
Лесная зона					
Клевер:					
красный одноукосный	11	9	12	1,71	88
красный двуукосный	13	11	—	1,80	88
розовый	10	10	7—9	0,73	78
белый	10	10	7—9	0,69	78
Люцерна гибридные	15	12	—	1,95	88
Лядвенец рогатый	15	10	—	0,95	82
Донники	22	18	—	1,90	82
Тимофеевка луговая	14	12	13—14	0,42	87
Овсяница луговая	25	18	17—22	1,85	87
Ежа сборная	20	18	13	1,20	86
Райграс многолетний	25	18	—	2,10	87
Райграс высокий	28	20	—	2,70	86
Лисохвост луговой	20	16	13	0,80	77
Костер безостый	28	20	23	3,50	86
Канареечник тростниковидный	12	10	15	0,80	85
Полевица белая	11	9	9	0,15	84
Мятлик болотный	17	12	12	0,14	71
Мятлик луговой	15	12	12	0,25	71
Овсяница красная	22	18	22	1,10	82
Волоснец сибирский	25	20	—	3,10	86
Лесостепная и степная зоны					
Люцерна синяя и синегибридная	—	10	—	1,95	88
Эспарцеты	—	70	—	20,00	84
Донники	—	16	—	1,90	82
Костер безостый	—	20	—	3,50	86
Пырей бескорневищный	—	16	—	3,00	86
Регнерия волокнистая	—	16	—	3,00	86
Житняки	—	10	—	1,95	86
Пырей ползучий	—	20	—	3,00	—

сих пор (например, в видосортотипировании трав), состоит в том, что для получения заданной густоты травостоя и заданного соотношения видов вычисляют проценты от нормы высева в чистом виде без введения поправки на взаимодействие растений каждого вида с другими (точнее, на иные условия существования для каждого вида в смешанном сообществе).



Некоторые специалисты с заданным каждому виду процентом сопоставляли полученное фактически процентное соотношение трав в травостое по весу, другие — по численности побегов, третьи — по проективному облику. Естественно, что соответствия между фактическим соотношением видов в травостое и процентным соотношением, заданным при расчете норм высева компонентов, не получалось, так как все эти показатели отличаются большой изменчивостью в зависимости от метеорологических факторов, сопутствующих компонентов смеси, возраста сообщества, способа использования и агрофона и др.

Наиболее важное значение имеет для дальнейшей судьбы сообщества соотношение числа укоренившихся растений каждого вида в травостое, то есть количества очагов ежегодного вегетативного возобновления и размножения. Задача заключается в том, чтобы фактическое соотношение (процентное) растений к первому году пользования (а в годы с растянутым прорастанием семян ко второму) в наибольшей степени отвечало задаваемому процентному их соотношению при составлении смеси.

Еще в 1936 г. известный западноевропейский луговод Клапп (Германия) сделал попытку дифференцировать надбавки к вычисленным нормам по отдельным группам трав. Он разделил основные травы на группы не по биолого-морфологическим признакам (бобовые, рыхлокустовые, корневищные злаки и т. д.), а по ценотической активности.

Корректируя их, к 1954 г. он выделил три группы трав и расчетные нормы для них. В первую группу — высокой конкурентоспособности — он отнес райграсы высокий, многолетний и многоукосный, ежу сборную, клевер красный и люцерну гибридную; во вторую группу — средней конкурентоспособности (угнетаемой первыми) — костер безостый, лисохвост луговой. Остальные виды, наиболее употребительные в луговом травосеянии, он отнес к третьей группе, угнетаемой первыми и вторыми.

Для последней группы он дал расчетные, или, как он их назвал, индивидуальные нормы высева, которые следует применять при составлении смесей только из трав третьей группы. При введении в смесь трав второй группы норма высева слабоконкурентных растений должна быть увеличена на 30% (можно и здесь рассматривать

эту поправку как коэффициент взаимодействия; он одинаков для всей этой группы трав и равен 1,3). При включении же в состав смеси и трав первой группы расчетная норма высева для трав третьей группы увеличивается на 65% (коэффициент взаимодействия 1,65); для злаковых

Таблица 40

Исходные нормы для расчета семян трав в смесях в СССР, ФРГ и США (в кг на 1 га)

Трава	Порядок по конкурентности, по Клаппу	Расчетные нормы				Примечание
		по Клаппу	по Кройцу	США	СССР	
Верховые злаки						
Райграс высокий	I	50	20	40—50	33	1. Нормы приведены для разбросного беспокровного посева кондиционными семенами
Райграс многолетний	I	30	14	25—35	29	
Ежа сборная	I	20	9	6—15	22	
Лисохвост луговой	II	29	20	15—25	26	2. Нормы США для чистых посевов каждого вида колеблются в широких пределах, в зависимости от высева на разных местообитаниях и почвах разного плодородия
Костер безостый	II	41	28	10—12	33	
Тимофеевка луговая	III	12	9	6—12	12	
Овсяница луговая	III	45	15	10—25	29	
Канареечник тростниковидный	III	15	9	5—10	14	
Низовые злаки						
Полевница белая	III	7	4	5—10	13	3. По Клаппу, расчетные нормы трав III группы увеличивают на 30% при посеве их с травами II и на 65% при включении в смесь трав I группы. По Кройцу, при включении в смесь трав всех групп расчетные нормы трав II группы увеличивают на 20%, а III—на 40%.
Мятлик луговой	III	15	6	15—25	21	
Мятлик болотный	III	15	—	—	24	
Овсяница красная	III	25	14	15—20	27	
Бобовые						
Люцерна гибридная	I	20	8	15—20*	18	
Клевер красный (двуукосный)	I	20	8	8—12	16	
Клевер розовый	III	15	—	6—8	14	
Клевер белый	III	12	6	1—4	13	
Ляденец рогатый	III	20	—	5—8	18	

\* Для люцерны синей (посевной).

трав второй группы — примерно на 15%, для бобовых — на 25% (коэффициенты соответственно 1,15 и 1,25).

Улучшение агротехники, повышение качества семян трав (всхожесть, чистота, вес 1000 семян) и сортового состава позволили Кройцу (1968) значительно снизить расчетные нормы Клаппа — приблизить их к нормам, экспериментально установленным для чистых посевов (табл. 40). При этом деление на группы по конкурентоспособности он сохранил полностью, но уменьшил надбавки угнетаемым группам трав. При совместном посеве трав всех трех групп надбавка к норме чистого посева третьей группы устанавливается в 40%; второй группы — 20% (коэффициенты взаимодействия соответственно 1,4 и 1,2). Приводим расчет норм высева травосмеси процентным методом (табл. 41) по нормативам Э. Клаппа и Э. Кройца в сопоставлении с расчетом по нормам, принятым в СССР.

Более высокие для ряда трав нормы чистых посевов в СССР обусловлены в значительной мере распространенностью залужений недостаточно окультуренных почв или по грубой разделке дернины (ускоренное залужение), а также и недостатком интенсивно кустящихся сортов. Показатели посевной годности семян I класса близки для многих видов трав. Выше требования в СССР к семенам лисохвоста лугового, костра безостого, канаречника тростниковидного, райграса высокого и ниже к мелким семенам полевицы белой и мятлику луговому. Следовательно, основной резерв снижения непроизводительной траты семян на ближайшее время — улучшение агротехники трав. В дальнейшем по мере развития селекции трав на кустистость все более будет возрастать значение сорта.

Насколько велико значение кустистости сорта, можно судить по данным Уладово-Люлинецкой селекционной станции. Ею выведен новый сорт белого клевера Гигант белый. Каждое растение его образует 25—50 побегов первого порядка, которые дают по 100—120 стелющихся побегов второго порядка. Поэтому норма высева его достаточна 1—2 кг семян на 1 га (Шульга, 1966) вместо обычных 5—6 кг (для широкорядных посевов).

Из анализа взаимоотношений растений и их ценотической активности вытекает, что порядок активности видов и их сортов существенно меняется в зависимости от почвенного плодородия (природного или создаваемо-

Таблица 41

Сравнительный расчет норм высева трав (посевной годности I класса) для сенокосной травосмеси 5—7-летнего пользования (в кг на 1 га)

Трава	Заданное процентное соотношение растений	По Клаппу (1954)			По Кройцу (1938)			По расчету Всесоюзного научно-исследовательского института кормов			
		расчетная норма (с накл.)	норма в сме-ске	коэффициент взаимодеств-вия	расчетная норма (с накл.)	норма в сме-ске	коэффициент взаимодеств-вия	расчетная норма	норма в сме-ске по расчету процентным методом	рекомендуемая норма (1953 г.)	коэффициент взаимодеств-вия
Клевер красный	25	20	5	1,00	8,0	2,0	1,0	16	4,0	6—8	1,75
Тимофеевка луговая	20	20	4	1,65	12,6	2,5	1,4	12	2,4	4—5	2,00
Овсяница луговая	20	75	15	1,65	21,0	4,2	1,4	29	5,8	5—6	1,00
Костер безостый	35	47	16	1,15	33,6	11,8	1,2	33	11,6	8—10	0,75

Примечания. 1. При заданном процентном соотношении растений намечается вырастить к первому укосу 180—200 растений на 1 кв. м для травостоев из верховых трав:  $\frac{1}{4}$  часть клевера красного (45—50), наиболее быстро разрастающегося, и  $\frac{1}{3}$  — костра безостого (60—70), наиболее медленно растущего под покровом других трав. Около 80 растений, примерно в равных соотношениях, приходится на рыхлокустовые злаки средних темпов разрастания по годам пользования.

2. По расчету Всесоюзного научно-исследовательского института кормов в первой графе даны действующие нормы высева в разбросанных чистых посевах на корм, во второй — вычисленные от заданных процентных нормы высева каждого компонента, в третьей — нормы, рекомендуемые на основе опытных данных (см. табл. 46); в четвертой — фактическая поправка (коэффициент взаимодействия) к норме, вычисленной процентным методом, индивидуальная для каждого вида.

Порядок андов по ценовительской активности в смесях из верхних трав при двухукосном соенокосном использовании

Условия увлечения	Уровень питания растений		
	без удобрения	фосфорно-калийное	полное минеральное
Относительно сухие (сухолом) на супесчаных дерново-подзолистых почвах	Клевер красный, овсяница луговая, тимopheевка (костер безостый, лисохвост луговой)	Клевер красный, овсяница луговая, тимopheевка, костер безостый (лисохвост луговой)	Овсяница луговая, тимopheевка, костер безостый, лисохвост луговой, клевер красный
Относительно влажные (низинные луга и осушенные торфяники со среднеразложившимся торфом)	Тимopheевка, клевер красный, овсяница луговая (лисохвост луговой, костер безостый)	Клевер красный, тимopheевка, овсяница луговая, костер безостый, лисохвост луговой	Костер безостый, тимopheевка, овсяница луговая, лисохвост луговой (клевер красный)  Костер безостый, тимopheевка, лисохвост луговой, овсяница луговая (клевер красный)

Примечание. В скобках указаны виды, которые целесообразно вводить в смеси в данных условиях.

го высоким агрофоном), режима пользования, географического положения, а также периода жизни сообщества. Для центральных областей европейской части СССР, обобщая результаты опытов с травосмесями, можно построить следующие ряды (табл. 42).

При пастбищном использовании повышается ценотическая активность овсяницы луговой и лисохвоста лугового по сравнению с тимopheевкой и костром безостым.

При изучении семи видов трав в парных смесях на биологической станции Казанского государственного университета (Куликова и Иванова, 1962) на бедной супесчаной подзолистой почве выявлен следующий их порядок по ценотической активности: наиболее сильной оказалась полевица белая, угнетающая другие компоненты, высеваемые в смеси с ней; средней активности — тимopheевка, овсяница красная, лядвенец рогатый, клевер красный; наиболее слабыми — люцерна синяя и костер безостый. В условиях бедного фона последние угнетались другими компонентами и наибольшие урожаи давали здесь в чистых посевах.

На черноземных почвах лесостепи Зауралья И. К. Киршин (1962) установил такой порядок трав по убывающей ценотической активности на первом этапе жизни сеяных сообществ: райграс высокий (далее выпал в неблагоприятную зимовку), костер безостый, овсяница луговая, лисохвост луговой, тимopheевка. Клевер красный лучше развивался при сочетании с тимopheевкой луговой, чем с другими злаками. И. К. Киршин делает вывод о необходимости повышения нормы посева бобовых при сочетании с агрессивными злаками. Это же отмечает и Т. Р. Годлевская (1956) для Ленинградской области.

В сети государственного видо-сортоиспытания луговых трав, получившей развитие в начале 60-х годов, накапливается значительный материал по оценке ценотической активности не только видов, но и их сортов. Испытание их ведется в составе простых трехвидовых смесей. При испытании видов и сортов рыхлокустовых злаков фоном служит корневищный злак и бобовое (например, костер безостый и клевер красный или люцерна на юге); при испытании корневищных — рыхлокустовой злак и бобовое (чаще тимopheевка и клевер красный или розовый на севере, житняк и люцерна на юге). Фоном для испытания видов и сортов бобовых берут злаки — корне-

Порядок по урожайности (в ц с 1 га) лучших сортов луговых трав (в составе тройных смесей) в западных, центральных лесостепных и северных областях СССР

Латвийская ССР		БССР, Витебская область		Рязанская область		Ярославская область
дерново-слабоподзолистые супесчаные почвы, ежегодно НРК	на сено	дерново-подзолистые супесчаные почвы, ежегодно НРК	на сено	низинный торфяник среднепереувлажненный	зернистая дерново-суглинистая влажноватая почва на центральном поле, заливные до 26 дней	осушенный низинный луг, дерново-глистевые суглинистые почвы, НРК первые 2 года, НРК вторые 2 года
	на выпас			на сено	на выпас	на сено
по среднему урожаю за 5 лет		в среднем за 4 года		в среднем за 4 года		в среднем за 4 года
I группа Тимофеевка, рай- грас высокий	I группа Ежа сборная, овсяница луговая	I группа Тимофеевка, яд- венец рогатый	I группа Тимофеевка, яд- венец рогатый	I группа Костер безостый, мятлик болотный	I группа Костер безостый	I группа Тимофеевка, овсяница луговая, костер безостый, лихосивость луговой, ежа сборная
II группа Ежа сборная, овсяница луговая, овсяница красная (корневищная)	II группа Клевер красный	II группа Овсяница луговая, ежа сборная, клевер красный	II группа Овсяница луговая, ежа сборная, клевер красный	II группа Лихосивость луговой, тимофеевка, мятлик луговой, полевица белая, овсяница красная	II группа Овсяница луговая, тимофеевка, лихосивость луговой	II группа Клевер розовый, клевер красный

Латвийская ССР		БССР, Витебская область		Рязанская область		Ярославская область
дерново-слабоподзолистые супесчаные почвы, ежегодно НРК		дерново-подзолистые суглинистые почвы, ежегодно НРК		низинный торфяник средневероложившийся	зернистак дерново-суглинистая аллювиальная почва на песчаной пойме, заливаемая до 26 дней	осушенный низинный луг, дерново-глеевые суглинистые почвы, РК первые 2 года, НРК вторые 2 года
на сено	на выпас	на сено	на сено	на сено	на выпас	на сено
по среднему урожаю за 5 лет		в среднем за 4 года		в среднем за 4 года		в среднем за 4 года
III группа	III группа	III группа	III группа	III группа	III группа	III группа
Райграс многолетний, клевер красный	Райграс многолетний, клевер красная, клевер белый	Костер безостый, овсяница красная, клевер белый	Ежа сборная, овсяница луговая, пырей бескорневичный	Пырей бескорневичный, овсяница красная, мятлик луговой, мятлик болотный, ежа сборная, райграс многолетний, клевер красный, клевер розовый, люцерна желтая, люцерна розовый, клевер красный	Мятлик луговой райграс многолетний, клевер белый, люцернец рогатый	
IV группа	IV группа	IV группа	IV группа	IV группа	IV группа	
Мятлик луговой, клевер розовый, клевер белый, люцернец рогатый	Мятлик луговой, клевер розовый, клевер белый, люцернец рогатый	Клевер розовый	Клевер розовый	Клевер розовый	Клевер розовый	



вишный и рыхлокустовый (чаще костер безостый с тимофеевкой на севере и костер безостый с житняком на юге).

Норму высева испытываемого вида обычно берут в 50—60% от нормы одновидового посева данного вида.

Порядок по урожайности изучаемых на том или ином сортоучастке видов приведен нами в таблице 43 для лучших в данных географических и экологических условиях сортов.

По данным сортоучастков и научно-исследовательских учреждений восточных областей европейской и азиатской частей, костер безостый по урожайности в смесях выходит на всех местоположениях лесной и лесостепной зон на первое место.

Наиболее высокие общие урожай дают, как правило, сообщества не наиболее ценотически сильных видов, а смесь ценотически сильного со слабым (в результате мощного развития первого). Однако ботанический состав при этом становится более однообразным. Следует отметить, что при угнетении бобового при общем росте урожая снижается качество корма. Так, на Давлекановском сортоучастке (Башкирская АССР) в смеси с костром безостым и житняком испытывали разные виды и сорта бобовых. Эспарцет Песчаный 21 и клевер красный Бирский дали более высокие урожай в смеси со злаками и высокий процент содержания в травостое; а общий урожай смеси был наиболее высоким при сочетании этих злаков с ценотически слабой люцерной желто-гибридной Уфимской (табл. 44).

Таблица 44

Урожай сена травосмеси и бобового компонента в ней в среднем за три года (в ц с 1 га)

Вид и сорт	Травосмесь	Бобовые	Злаки
Люцерна желтогибридная Уфимская	62,7	9,6	53,1
Клевер красный Бирский	49,7	11,8	37,9
Эспарцет Песчаный 21	55,5	18,7	36,8

Следовательно, для полной оценки вида или сорта в травосмеси наряду с общим урожаем корма необходимо принимать во внимание изменения в его качестве, по-

едаемость и общий сбор питательных веществ с единицы площади (за годы пользования).

Для получения высоких урожаев с заданным ботаническим составом целесообразно принять следующий порядок разработки норм высева видов в смесях для того или иного почвенно-климатического района: а) предварительно на основе опыта научно-исследовательских учреждений, сортоучастков и практики установить ряды ценотической активности основных трав при разных градациях влагообеспеченности и питания растений применительно к укосному и пастбищному использованию (на первые 3—4 года жизни); б) для приближения в натуре к задаваемому при составлении смеси соотношению растений применять дифференцированные коэффициенты взаимодействия. При действующих расчетных нормах высева для наиболее ценотически активных трав во избежание угнетения ими других компонентов коэффициент взаимодействия может быть менее единицы (0,5; 0,75 от вычисленной нормы), для наименее ценотически активных он может приближаться к 2 и более (Минина, 1954).

Вследствие недостаточно детальной еще разработанности исходных норм высева трав в чистых посевах, рядов по ценотической активности и нормативных коэффициентов взаимодействия для составления научно обоснованных норм высева основных трав (и их сортов-популяций) в смесях разного назначения и срока пользования на почвах различного плодородия ВНИИК совместно с Министерством сельского хозяйства СССР предложил в 1953 г. в качестве придержки для практического пользования примерные нормы высева трав.

Они составлены на основе обобщения результатов многих опытов с травосмесями и учета производственной практики применительно к основным местоположениям (суходолы, низинные и поемные луга, осушенные болота, склоновые земли, полевые участки и др.) по областям, краям и республикам Советского Союза. Эти нормы сведены в таблицу 45.

В лесостепи и степи тимopheевку, овсяницу луговую, ежу сборную и клевера красный и розовый высевают лишь на низинных незасоленных местоположениях и поймах среднего и пониженного уровня (без длительного застоя полых вод), а также на орошаемых землях. Поэтому при относительно меньшей влажности здесь повыша-

Нормы высева семян трав I класса в смешанных посевах (в кг на 1 га)

Трава	Лесная зона и горнолуговой пояс		Лесостепь, степь и горно-степной пояс	
	почвы			
	повышенной влажности	недостаточной влажности	повышенной влажности	недостаточной влажности
Рыхлокустовые злаки				
Тимофеевка луговая	6—8 (4—5)	8—10 (5—6)	6—8 (4—5)	8—10 (5—6)
Овсяница луговая	8—10 (5—6)	10—12 (6—7)	8—10 (5—6)	10—12 (6—7)
Ежа сборная	6—8 (4—5)	8—10 (5—6)	6—8 (4—5)	8—10 (5—6)
Райграс много-летний	4—5	(5—6)	—	—
Райграс высокий	8—10 (5—6)	10—12 (6—7)	8—10 (5—6)	6—8 (4—5)
Пырей бескорневищный или регнерия	—	—	10—12 (6—7)	8—10 (5—6)
Волоснец сибирский	—	—	12—14 (7—8)	10—12 (6—7)
Житняки	—	—	8—10 (5—6)	6—8 (4—5)
Корневищные злаки				
Костер безостый	8—10 (5—6)	10—12 (6—7)	8—10 (5—6)	8—10 (5—6)
Лисохвост луговой	6—8 (4—5)	8—10 (5—6)	6—8 (4—5)	—
Мятлик луговой	6—8 (4—5)	6—8 (5—6)	6—8 (4—5)	—
Полевница белая	(4—5)	(5—6)	(4—5)	—
Бобовые				
Клевер красный	6—8 (4—5)	6—8 (4—5)	6—8 (4—5)	7—9 (5—6)
Клевер розовый	4—6 (3—4) (4—6)	4—6 (3—4) (4—6)	4—6 (3—4) (4—6)	—
Клевер белый	—	—	—	—
Лядвенец розоватый	6—8 (4—5)	6—8 (4—5)	6—8 (4—5)	—
Люцерны	6—7 (3—4)	6—7 (3—4)	6—7 (3—4)	5—6 (3—4)
Эспарцеты	—	—	—	40—50 (25—30)

Примечания 1. В скобках показаны нормы высева семян в смесях в случае посева двух видов и более из одной и той же биологической группы.

2. К местоположениям недостаточной влажности в лесной зоне относят суходолы с быстрым стоком талых вод и пойменные луга высокого уровня, в горнолуговом поясе — склоны южных экспозиций.

ют норму, как и в лесной зоне. Другие травы в более сухих условиях высевают на участках относительно меньшей влажности с меньшей нормой, так как на большое число растений влаги недостает; соответственно здесь ниже и урожай.

Норма высева в смесях каждого вида дана для машинного сплошного рядового посева под покров зерновых культур.

В случае разбросного посева следует повысить нормы для крупносемянных трав на 10—15% вследствие менее благоприятной для них заделки при этом способе и, наоборот, понизить на 10—15% для мелкосемянных, так как мелкая заделка этих трав повышает их полевою всхожесть.

Влияют на величину нормы высева также и сроки сева. Бобовые травы лучше приспособлены к весенним срокам, а злаки, как правило, дают дружные всходы в летне-осенние сроки и успевают хорошо укорениться до ухода в зимовку. Поэтому при высеве смеси в летне-осенние сроки норму высева бобовых повышают на 15—20%, а злаков понижают на 10—15%.

За 15 лет накопился опыт применения этих норм и их оценки в практике лугового травосеяния. Так, в благоприятных для высокорослых корневищных злаков агроэкологических условиях при сенокосном использовании норма костра безостого может быть понижена до 6—8 кг на 1 га, а лисохвоста лугового — до 5—6 кг, иначе они преждевременно вытесняют рыхлокустовые злаки — тимopheевку и овсяницу луговую. По тем же причинам ежа сборная в пастбищных смесях должна высеваться с нормой не свыше 5—6 кг кондиционных семян на 1 га, а овсяница луговая в смеси с ней, наоборот, с повышенной нормой — 10—12 кг на 1 га.

Во влажных областях Северо-Запада и Прибалтики клевер белый и мятлик луговой можно с успехом высевать с уменьшенными нормами по сравнению с приведенными в таблице 45.

То же относится к лядвенцу рогатому при посеве в наиболее благоприятных для него агроэкологических условиях.

Клевер красный на краткосрочных сенокосах и пастбищах, закладываемых на суходолах центральных и восточных областей, целесообразно высевать с повышенной нормой, а с третьего года поддерживать высеваемые

с ним рыхлокустовые злаки азотной подкормкой или подсеивать клевер. Как правило, на относительно более богатых почвах хорошего увлажнения следует брать меньшие нормы (первые цифры из приведенных в скобках), в худших условиях — большие. Для сильно неблагоприятных условий (посев после грубой расчистки древесной растительности, на засоленных торфяниках и т. д.) приводимые нормы должны быть значительно повышены.

Нормы приведены для 100%-ной посевной годности применительно к среднему весу 1000 семян. Для пересчета их на норму фактической посевной годности употребляемых для посева семян пользуются формулой:

$$H = \frac{a \times 100}{b},$$

где  $a$  — норма семян при 100%-ной посевной годности (в кг на 1 га);

$b$  — процент годности употребляемых семян;

$H$  — искомая норма высева (в кг на 1 га).

Повышенные нормы высева утверждены Министерством сельского хозяйства РСФСР (1961) для посева травосмесей в Западной и Восточной Сибири при улучшении залесенных сенокосов и пастбищ; на них чаще возможна обработка почвы лишь безотвальными орудиями, при которой не оборачивается дикорастущая дернина. Нормы высева в таких случаях следует увеличивать на 25—35% по сравнению с применяемыми в этих же областях для полевого травосеяния. В одновидовых посевах рекомендуется высевать клевера красного и люцерны по 20 кг на 1 га, эспарцета песчаного — 100, донника — 25, волоснеца сибирского и костра безостого — 30, тимopheевки — 15, овсяницы луговой — 22, регнерии и пырея бескорневищного — 25 кг на 1 га.

**Нормы высева травосмесей в зарубежных странах.** Даже в странах развитого луговодства еще недостаточно разработаны теоретические основы подбора и расчета норм высева трав в смешанных посевах (Дейвис, 1958, Англия; Клапп, 1967, ФРГ; Петерсен, 1953, ГДР; Принц, 1956, США, и др.). Это обуславливает большие различия в подходах к расчету травосмесей в разных странах. В некоторых европейских государствах (Австрия, Бельгия, Польша) придерживаются процентного метода рас-

чета травосмесей с нормативами, предложенными, Э. Клаппом. Применяют в смесях большое количество видов (8—15) и высокие нормы высева (40—50 кг на 1 га). В других странах (Скандинавские, Голландия, Франция, Дания, ГДР) применяют травосмеси, в той или иной мере проверенные практикой, со значительно меньшим числом видов (3—6) и меньшей нормой высева (до 30 кг на 1 га), еще меньшие нормы в простых смесях за последние 10—15 лет стали применять фермеры Англии: 2—4 вида при норме около 20 кг на 1 га. В. Дейвис (1958) объясняет значительное снижение нормы (вдвое по сравнению с 30-ми годами) успехами селекционной работы, выведением сильно кустящихся сортов. Как правило, высевают по два сорта каждого вида; чаще — ранний и поздний; имеются сорта и разного долголетия, неодинаковой степени кустистости, роста и др. Этим создают более пластичную популяцию в заданном соотношении биологически и экологически различных форм, стремясь удлинить срок продуктивного пользования каждой искусственно создаваемой популяции в течение вегетационного периода и в ряде лет. В. Дейвис отмечает, что задача состоит в дальнейшем уточнении норм высева, соотношения видов трав и их сортов в смешанных посевах.

В США (северо-восточные и озерные штаты, расположенные в лесной зоне) и Канаде в отличие от европейских стран издавна высевают крайне простые травосмеси краткосрочного пользования (в севооборотах) с малыми нормами. Обычно они служат для скашивания (на силос, сенаж, сено) и на выпас. В Канаде для раннего срока использования высевают смесь ежи сборной (6—8 кг на 1 га) и люцерны ранних сортов (Альфа или Дю-пюи) (10 кг на 1 га); для среднего срока — смесь костра безостого с поздними сортами люцерны (Вернал и др.); на более влажных почвах — смесь люцерны (10 кг на 1 га) с тимopheевкой (6 кг на 1 га). Смеси с люцерной, как более долголетней, вытесняют ранее широко распространенные смеси с клевером красным. На менее богатых почвах высевают тимopheевку (2—4 кг на 1 га) с лядвенцем рогатым (8 кг на 1 га). Если участок используют не только для скашивания, но и на выпас в смесь добавляют клевер белый и клевер Ладино.

В США тоже обычны смеси из 1—2 бобовых (люцер-на, клевер красный, клевер Ладино, на сухих или небога-

тых почвах — леспедеза) и 1—2 злаков (костер безостый, ежа сборная, тимофеевка, овсяница луговая) при нормах 15—20 кг семян смеси на 1 га. Используют в смесях также овсяницу тростниковидную, полевицу белую и лядвенец рогатый (особенно на слабозасоленных почвах).

Для создания долголетних пастбищ рекомендуют смесь из клевера белого, клевера Ладино, райграса многолетнего и мятлика лугового. Белоклеверно-мятликовые долголетние пастбища здесь менее продуктивны, чем переменные пастбища в севооборотах. Так, в опытах в штате Нью-Джерси с такого долголетнего пастбища получено 26 ц сухой массы с 1 га; с посева смеси костра безостого с клевером Ладино — 66, а смеси ежи сборной с Ладино — 73. Тем не менее многие фермы имеют небольшой участок мятликового пастбища для ранневесеннего и позднеосеннего выпаса по плотной дернине в сырую погоду. На этом участке применяют азотную подкормку для ускорения весеннего отрастания. На переменные бобово-злаковые пастбища в севооборотах вносят только фосфорно-калийные удобрения.

### ОБРАБОТКА ПОЧВЫ

В зависимости от природных и хозяйственных условий травы высевают: а) по обработанной дернине дикорастущих трав (ускоренное залужение) или по пласту культурных трав (повторное залужение при ремонте загонов пастбища и сеяного сенокоса, заложенных вне севооборота); б) после ряда лет возделывания однолетних культур на осваиваемых новых землях (из-под леса или после осушения заболоченных), а также при коренном улучшении природных лугов; в) в луговых севооборотах после полевого периода. На разных типах луговых, болотных и подлесных земель запасы органического вещества в почве, его качество, степень биологической активности почв и другие показатели почвенного плодородия крайне разнообразны. Поэтому неодинакова и обработка почвы.

**Обработка почвы при ускоренном залужении.** Для хорошей разделки почвы при ускоренном залужении на лугах с дерниной средней связности и средней мощности (6—12 см) на суглинистых почвах целину после раскорчевки или срезки кустарника поднимают кустарниково-болотными плугами, разделявают пласт тяжелыми дисковыми бородами в 2—3 следа и прикатывают полевыми трехзвенными катками. Выпаханные крупные корни после вспашки сгребают кустарниковыми граблями или корчевальными машинами. На дерново-подзолистых почвах пахут на глубину залегания гумусового горизонта с припашкой 3—4 см подзолистого. На дерновых луговых почвах с мощным гумусовым горизонтом глубина подъема пласта 25 см, а на торфах — в среднем 35 см. Если сверху находится слаборазложившийся торф, а ниже залегает хорошо разложившийся, пахут глубже и, наоборот, на торфах с близкими закисными соединениями пахут мельче и только в дальнейшем постепенно увеличивают глубину обработки. Для выравнивания поверхности на раскорчеванных землях пускают перед дискованием или после первого прохода дисков тяжелую волокушу.



Чистые незакустаренные луга со слабой или средней дерниной пахут целинными полевыми плугами с высоким удельным сопротивлением («Труженик» и др.). Пласт разделяют в два следа полевыми дисковыми боронами в сцепе с зубовыми и прикатывают полевыми катками.

При большом количестве на поверхности луга задерненных кротовых или муравьиных и других кочек для их измельчения предварительно пускают фрезу или тяжелые диски (в перекрестных направлениях); не сильно задерненные кочки успешно разравниваются тяжелыми рельсовыми волокушами.

Безлесные торфяные болота и заболоченные низинные луга после их осушения обрабатывают фрезами в два следа с интервалом в 7—10 дней между двумя проходами; затем прикатывают для осадки вспушенной почвы тяжелыми водоналивными катками. Этот способ обработки ускоряет разложение мертвого органического вещества (дернины и мохового очеса), так как в почве складывается более благоприятное для деятельности микроорганизмов соотношение влажности и аэрации, чем при плужной обработке.

Дикорастущие болотные травы после осушения почвы не отрастают. На землях, не требующих осушения, при фрезерной обработке в верхнем слое сохраняются куски дикорастущей дернины и семена часто нежелательных трав. Поэтому на луговых почвах, где есть опасность отрастания дернинок и прорастания семян щучки дернистой, полевицы обыкновенной, разных видов разнотравья, следует применять под посев трав комбинированную обработку: фрезерование дернины в один след, затем вспашку и дискование. Так, в опытах М. Ф. Щербакова (1966) при комбинированной обработке под травы щучково-разнотравной дернины на низинном лугу и полевиочно-разнотравной на суходоле временно избыточного увлажнения получено в среднем за три года 50 ц сена с 1 га (при внесении фосфорно-калийного удобрения) с содержанием в урожае несеяных трав 15%; при фрезерной — 44 ц с 1 га, но при 42% несеяных трав. Комбинированная обработка дает лучшие результаты и на выродившихся сеяных пастбищах с большим участием щучки, полевицы обыкновенной и разнотравья. В опытах А. А. Зотова на суходоле при фрезеровании получен урожай пастбищного корма 46 ц с 1 га (среднее за три го-

да), а при комбинированной — 57 ц с 1 га с меньшим содержанием в ней разнотравья и малоценных злаков. Эта обработка давала лучшие результаты и на торфах Мещерской низменности в европейской части СССР и на торфах Барабы в азиатской части. И, наоборот, на травостоях с большим участием ценных, но угнетенных корневищных трав и тимopheевки фрезерование способствует лучшему их разрастанию и позволяет обходиться при залужении меньшей нормой высева семян травосмеси (например, при обработке целины на пойменных лугах или ремонте загонов пастбищ, в травостое которых сохранился клевер белый, мятлик луговой и др.).

На осваиваемых лесокустарниковых землях после расчистки кусторезами мелколесья при близком залегании подзолистого горизонта применяют безотвальную обработку тяжелыми рельсовыми бородами на глубину 12—15 см; после сгребания и сжигания вывернутых пеньков и корней выравнивают поверхность тяжелыми волокушами, дискуют в 2—3 следа и прикатывают.

Широко распространенные на северо-западе Советского Союза минеральные малогумусные почвы с мелкими камнями на поверхности и в пахотном слое обрабатывают дисковыми кустарниковыми плугами и тяжелыми дисковыми бородами (без оборота пласта). Так же дискуют подлесные земли под посев трав после ломки и сгребания засохшей древесно-кустарниковой растительности, обработанной арборицидами.

Для обработки торфяных почв, заросших кустарником и мелколесьем, на которых работа кусторезов часто возможна лишь по мерзлой земле, все больше распространяется новая машина глубокого рыхления (МПГ-1,7), работающая от привода трактора С-100. Она за один проход превращает древесину (в том числе деревья с диаметром 15—20 см) в стружку и заделывает их на глубину до 30—40 см. Хотя производительность ее невысока, она за один проход дает вполне подготовленную для посева поверхность.

На Западно-Сибирской низменности в границах лесостепной зоны широко распространены почвенные комплексы, включающие засоленные почвы. Обработка этих почв складывается из предварительной поверхностной обработки дисковыми бородами или фрезой (на глубину 10—12 см), безотвальной вспашки (на глубину 25—30 см) и прикатывания. На многих разновидностях этих

почв однолетние культуры не удаются, возможно только ускоренное залужение. На тех почвах, где выпадают и культурные травы (корковые солонцы, солонцевато-солончаковые, лугово-солончаковые и т. д.), ограничиваются удалением земляных кочек рельсовой волокушей для беспрепятственного прохода косилок и другой сеноуборочной техники.

На заболоченных солодах высокие осоковые кочки фрезеруют и запахивают. В этих условиях рекомендуют так называемое крупноконтурное улучшение лугов (Загребаяев, 1968). Выделяют на площади, подлежащей улучшению, контуры с однотипной обработкой и однотипными травосмесями и выдерживают строго в их пределах разработанную технологию. Предшествующий опыт распахки комплексов в одном сплошном массиве приводил к выпадению из хозяйственного использования лугов с засоленными почвами. Между тем в лесостепной зоне Сибири из всей луговой площади насчитывают около 50% засоленных или заболоченных поверхностными водами лугов, перемежающихся с другими типами.

Особенность обработки слабозасоленных торфов, расположенных в северной части этой зоны, заключается в их паровании при первичной обработке: поднимают и дискуют пласт весной, летом дискуют его повторно в 1—2 следа или фрезеруют в один след и высевает травы. При сухом лете посев трав переносят на весну следующего года.

Необходимо отметить, что в Западной и Восточной Сибири при огромной площади природных сенокосов и пастбищ (свыше 17 млн. га) продуктивность их крайне низкая вследствие большого зарастания их в лесной и лесостепной зонах кустарником и лесом. В Тюменской, Иркутской, Томской областях, Красноярском крае залесены от одной трети до половины сенокосов и пастбищ. Опыт научно-исследовательских учреждений Сибири и передовых хозяйств, накопленный за последние 20 лет, показал, что многие эти площади могут быть улучшены без капитальных затрат на раскорчевку леса. Было установлено, что при полноте древесных насаждений 0,2—0,4 травы растут хорошо, не ухудшается и прирост древесины (Балашов, 1965). При такой полноте насаждений (редколесье) обработку почвы между деревьями ведут тяжелыми дисковыми боронами на глубину 8—12 см в 2—4 следа («до черна»), затем почву прикатывают по-

левыми катками. Если условия позволяют (нет близко залегающих крупных корней и мало пеньков), почву вместо дискования фрезеруют в один след, на полную глубину.

Особые условия для обработки создаются также на склоновых землях, где плужная обработка затруднительна. В горах препятствием для плужной или фрезерной обработки являются мелкие, каменистые почвы и часто высокая засоренность грубостебельным разнотравьем. Так, в опытах А. А. Зотова (горнолуговой пояс Кабардино-Балкарии, 1969) при улучшении пастбища с урожаем сухой массы около 13 ц с 1 га поверхностное удобрение  $N_{60}P_{60}K_{60}$  повысило урожай вдвое — до 26, дискование и посев бобово-злаковой травосмеси на этом фоне — до 35 ц с 1 га. Такой же урожай был получен без дискования дернины при химической обработке ее гербицидами с подсевом бобовых трав. Это свидетельствует о больших перспективах химической обработки дернины на крутосклоновых землях.

Сроки подъема пласта при ускоренном залужении зависят от географического положения, типа местообитания и имеющейся в распоряжении хозяйства техники.

В средних широтах слабую (до 6 см) и средней мощности дернину (6—12 см) пахут осенью (с половины августа по сентябрь) под весенний посев или непосредственно летом (после первого укоса или стравливания) — под летне-осенние посевы травосмесей. Плотную дернину (с большим участием плотнокустовых злаков и осок), мощную (12—18 см) пахут в более ранние сроки: летом (июль, начало августа) под весенние посевы и ранней весной — под летне-осенние. На заливных лугах, где есть опасность размыва почв во время паводка, пахут после спада полых вод. В северных областях, где микробиологические процессы разложения дернины и торфа идут значительно более медленными темпами из-за недостатка тепла, подъем пласта под осенний посев начинают раньше — в летние сроки. В некоторых случаях (на холодных почвах низинных местоположений) в год подъема пласта почву держат под паром и высевают травы только в следующем году. И, наоборот, в южной части лесной зоны и в лесостепи сроки вспашки должны быть сдвинуты так, чтобы не происходило больших потерь азота, высвобождающегося из органического вещества дернины, торфа, гумуса вследствие более интенсив-

ной здесь деятельности микрофлоры и другого почвенного населения.

Применение фрезерной обработки или ее комбинации с плужной при прочих равных условиях ускоряет процессы минерализации; сроки такой обработки должны быть максимально сближены со сроками посева травосмесей. Разделку пласта дисковыми и зубowymi боронами после подъема ведут вслед за вспашкой. Это относится также и к осенним срокам подъема целины. Особое значение это имеет для средне- и слаборазложившихся торфов, так как ускоряет и делает более равномерным оттаивание почвы весной под посев. Диски устанавливают так, чтобы не выворачивать на поверхность куски дернины; обработку ими ведут вдоль пластов. По этим же соображениям нецелесообразно фрезеровать пласты целины.

Заключительным обязательным этапом подготовки почвы к посеву служит прикатывание. Оно необходимо для осадки почвы, так как семена трав для дружного прорастания требуют плотного ложа; кроме того, последующее самоуплотнение почвы вызывает приближение узла кущения к поверхности и снижение побегообразования. Чем больше почва содержит органического вещества и чем меньше оно минерализовано, тем тяжелее должен быть каток. На торфяниках со средне- и слаборазложившимися торфами пускают тяжелый, полностью заполненный водой, болотный каток; на хорошо разложившихся торфах, на минеральных почвах низинных лугов с мощной дерниной этот каток заполняют водой наполовину. На пойменных и суходольных лугах со средней и слабой дерниной используют обычные полевые катки.

**Обработка почвы после однолетних культур.** Ускоренное залужение возможно на многих типах лугов и болот. На пойменных лугах с богатыми почвами коренное улучшение с предварительными культурами не имеет преимуществ перед ускоренным залужением. Так, на Зуевском сортоучастке Кировской области (Долгополов, 1966) на заливном лугу высокого уровня в центральной части поймы реки Косы (затопление 8—12 дней) с участием корневищных злаков (лисохвост луговой, мятлик луговой и др.) было получено в среднем за четыре года при коренном улучшении с предварительной однолетней культурой 58,9 ц сена с 1 га, а при ускоренном залужении по вспашке — 56,4. Об этом же свидетельствует

опыт колхозов и совхозов Окской поймы (Луховицкий район Московской области).

На осушенных притеррасных торфяниках с хорошо разложившимся торфом в пойме реки Днепра получен одинаковый урожай при том и другом способе улучшения (94 и 96 ц сена с 1 га). На лугах с плотной и мощной дерниной, разлагающейся крайне медленно, на торфяниках со слабо разложившимися торфами следует до посева трав возделывать однолетние культуры. Так, на Сарненской болотной опытной станции (Демьянчик, 1964) урожай сена в среднем за четыре года составлял (в ц с 1 га): при ускоренном залужении 55,1; после овса 62,0; после картофеля 67,6.

На более трудно разлагающихся волокнистых торфах, особенно в северных областях, необходимо выращивать однолетние культуры в течение 2—3 лет. По пласту, а иногда и по обороту его, когда слаба еще минерализация дернины, возделывают однолетние бобово-злаковые мешанки; на третий год лучшим предшественником трав служат те или иные пропашные культуры.

По хозяйственным соображениям высевают часто однолетние предшествующие внесевооборотному залужению культуры и на биологически активных почвах. Например, на пойме и торфяниках с разложившимися торфами хорошо используют минерализующиеся вещества дернины технические (лен, конопля, табак), кукуруза, корнеплоды и др.; на суходольных местоположениях — озимые и яровые зерновые культуры, лен, однолетние мешанки, картофель и др. Ценные товарные культуры способствуют более быстрой окупаемости затрат на мелиорацию и коренное улучшение лугов.

Первичную обработку под весенний посев предварительных однолетних культур ведут по той же технологии, что и при весеннем ускоренном залужении.

При освоении улучшаемой площади в луговой (кормовой) севооборот на медленно минерализующейся дернине высевают 1—3 года малотребовательные к почвенному плодородию культуры; в других случаях открывают севооборот полевым или луговым периодом в соответствии с принятым чередованием культур. Лучшим предшественником для посева травосмесей являются и здесь пропашные культуры.

После пропашных участков пашут на зябь полевыми плугами и травы высевают весной следующего года пос-

ле культивации почвы, под покров или беспокровно. Зяблевая вспашка в сочетании с ранневесенним дискованием и боронованием под посев трав дает лучшие результаты, чем весновспашка с последующей культивацией или перепашка зяби. Для трав создается необходимое для быстрого их прорастания плотное ложе. В опытах А. Ф. Суслова (1951) полевая всхожесть овсяницы луговой по зяби составила 60%, ежи сборной — 45, а полевицы белой — 54%; по весновспашке соответственно 42, 40, 42%. В последнем случае урожаи этих культур получены ниже на 10—20%. Особенно сильно на обработку реагировал мятлик луговой, семена которого лучше прорастают на свету. При посеве по зяби взошло 800 семян на 1 кв. м, по весновспашке с прикатыванием легким катком — 60, а после прикатывания тяжелым катком — 180. При посеве трав после ранних однолетних культур (бобово-злаковые однолетние мешанки на зеленый корм и силос, турнепс, ранние картофель или капуста и др.) влагообеспеченные почвы низинных местоположений (торфяные, низинные луга, поймы невысокого уровня) перепахивают после уборки мешанок и дискуют; после пропашных боронуют и прикатывают, а на сухих местоположениях (суходолы, поймы повышенного уровня и др.) обрабатывают почву после всех культур культиваторами или мелко пашут, чтобы не пересушить ее. Травы сеют сразу же летом без покрова или осенью под покров озимых. В освоенных луговых (кормовых) севооборотах пласт культурного луга используют с учетом продолжительности жизни трав и ботанического состава распахиваемого травостоя.

Важно по пласту трав высевать культуры, наиболее полно использующие почвенное плодородие. После распашки травостоя с высоким содержанием бобовых в их корневых и стерневых остатках больше содержится азота, кальция, магния и фосфора. Мертвые органические остатки пласта быстрее минерализуются, чем после злаковых (особенно верховых с более грубыми корнями, чем у низовых). Такой пласт лучше используют на минеральных почвах более требовательные из зерновых культур — ячмень, пшеница, просо или кормовая и столовая капуста и т. д. Лен-долгунец в этих условиях может дать меньший выход длинного волокна из-за избыточного азотного питания. Пласт после злаковых травостоя лучше используют однолетние бобово-злаковые

мешанки, а из зерновых — овес; корневая система его довольно мощная и обладает лучшей усвояющей способностью, чем у других зерновых.

## ИЗВЕСТКОВАНИЕ И ОСНОВНОЕ УДОБРЕНИЕ ПОД ТРАВЫ

Внесение извести и основного удобрения под травы сочетают с обработкой почвы.

На участки, нуждающиеся в известковании, вносят известь перед разделкой пласта поднятой целины — под дискование. На землях, обрабатываемых дисковыми безотвальными орудиями, известь рассыпают перед обработкой; при обработке фрезой — при втором ее проходе. Как правило, известкование совмещают с внесением фосфорно-калийных удобрений. Эффективность фосфоритной муки при совместном внесении с известью понижается.

В этих случаях при безотвальной обработке дисками известь рассеивают по целине, а фосмуку — перед последним проходом дисков; при фрезеровании — известь вносят перед первым, а фосмуку — перед вторым ее проходом. При плужной обработке вносят их послойно: фосмуку по целине под плуг, а известь под дисковые бороны. Можно разделить их внесение и во времени: фосфоритную муку вносят по пласту осенью, а известь — под культивацию весной. Под долготлетние сенокосы и пастбища известкуют почву по полной дозе гидролитической кислотности, а под краткосрочные — по  $\frac{1}{2}$  или  $\frac{3}{4}$  гидролитической кислотности. При посеве трав после подготовительных культур почву известкуют под посев первой однолетней культуры.

Ориентировочные дозы извести приведены в таблице 46.

Таблица 46

Количество извести (в т на 1 га) из расчета  $\frac{3}{4}$  гидролитической кислотности

Механический состав почвы	pH солевой вытяжки			
	4,5 и более	4,6—4,7	4,8—4,9	5,0
Супесчаные и легкосуглинистые	4	3,5	3,0	2,5
Средне- и тяжелосуглинистые	6	5,5	5,0	4,5



В опытах ВНИИК (Ромашов, Кутузова, 1969, 1970) наглядно показано влияние известкования на урожай и ботанический состав бобово-злакового пастбища. Уже через год после внесения извести под посев травосмеси реакция почвы (рН) изменилась в пахотном слое (0—20 см) с 4,2 до 5,5, содержание подвижного алюминия снизилось с 12—29 мг до 0,8—2 мг на 100 г сухой почвы. При ежегодном внесении физиологически кислых удобрений повторное известкование на дерново-подзолистых суглинистых почвах необходимо проводить через 4—6 лет.

При рН 4,7—4,8, содержании подвижного алюминия 5—6 мг на 100 г абсолютно сухой почвы, обменной кислотности 1,5—2,5 м.-экв. люцерна уже угнетается; она выпадает из травостоя при ухудшении этих условий. Известковать почву под люцерну (в отличие от клевера красного) следует по полной гидролитической кислотности.

Так, в опытах М. И. Тарковского (1964) средний за три года урожай люцернового сена без известкования и без удобрений составил 25 ц с 1 га, при внесении  $N_{45}P_{120}K_{120}$  — 43, извести — 79, навоза (20 т на 1 га) — 44, а при известковании, внесении навоза и  $P_{90}K_{90}$  — 93 ц с 1 га. На неизвесткованных почвах при тех же дозах минеральных удобрений нежелательные дикорастущие травы вселяются в значительно больших количествах. Так, во ВНИИК (Кутузова, Насонова, 1970) на четвертый год пользования на неизвесткованных участках содержание в травостое полевицы обыкновенной и щучки дернистой достигло 41% (по весу), в то время как на известкованных — 7%. При этом клеверов в первом случае сохранилось 14%, а во втором — 24% (по весу).

Благодаря лучшему ботаническому составу повышалось и использование травостоя. Поедаемость травы при известковании достигала 90%, а без него только 65%. Важно отметить, что потребность животных в кальции полностью удовлетворялась при пастьбе на известкованных деланках (его процентное содержание выросло с 0,3 до 0,9 % на сухое вещество). На долголетних травостоях при внесении извести по полной гидролитической кислотности она оказывает положительное действие до 10 лет. Оплата 1 т извести урожаем достигает 10 ц кормовых единиц и более; себестоимость прибавки 1 ц кормовых единиц — 60 коп. Затраты на известкование сея-

ных сенокосов и пастбищ окупаются в течение 1—2 лет. Под посев трав, как правило, вносят и фосфорно-калийное (основное) минеральное удобрение.

Торфяные почвы с близкими залежами вивианита (богатого фосфором) удобряют только калийными удобрениями, засоленные минеральные и торфяные почвы — фосфорными и азотными. Последние вносят и на очень бедных торфяных почвах или на потенциально богатых, но еще некультивируемых, с низкой биологической активностью.

На малозольных торфах для получения высоких урожаев трав и однолетних культур необходимо и внесение меди в форме пиритных огарков в дозе 4,5—5 ц на 1 га (около 40 кг действующего вещества). В дальнейшем внесение меди на этих торфах повторяют через 5—7 лет.

Примерные дозы основного удобрения под посев трав на разных типах лугов приведены в таблице 47.

Таблица 47

Примерные дозы основного минерального удобрения под посев трав (в ц на 1 га)

Тип луга	Супер-фосфат (15,5%-ный)	Хлористый калий (57%-ный)	Аммиачная селитра (34%-ная)
Суходолы	2,5—3,0	1,0—1,5	1,5—1,8
Пойменные повышенного уровня	2,0—2,5	1,0—1,5	—
Низинные луга	2,5—3,0	1,5—2,0	—
Низинные торфяники:			
а) с хорошо и среднеразложившимися торфами	2,5—3,0	1,5—2,0	—
б) со слаборазложившимися торфами	3,0—3,5	2,0—2,5	—

Смесь туков готовят непосредственно перед их внесением. В случае включения азотного удобрения (в форме наиболее распространенной в практике в настоящее время — аммиачной селитры) при смешивании с порошковидным суперфосфатом смесь предварительно нейтрализуют. Для этого в суперфосфат добавляют молотый известняк или другие заменяющие его добавки (мел, костяная мука, доломит) не более 15—20% от веса суперфосфата. Может применяться цементная пыль или фосфатшлак — 10—15% или фосфоритная мука не менее 20% от веса суперфосфата. Гранулированный суперфосфат смешивают с аммиачной селитрой без нейтрализу-

щих добавок. Известь и минеральные удобрения рассеивают существующими в полеводстве разбрасывателями и сеялками. При плохой их проходимости на рыхлых или переувлажненных почвах на колеса ставят уширители для уменьшения удельного давления на почву. На временно избыточно увлажняемых землях рассев фосфорно-калийных удобрений и извести возможен по замерзшей почве — поздней осенью или ранней зимой (до выпадения глубокого снега), а также ранней весной, до оттаивания верхнего слоя почвы, или летом по сухой почве.

Следует отметить, что эффективность удобрений значительно повышается при коренном улучшении с перепашкой дернины луга сравнительно с внесением его на луг при подсеве трав без обработки или по поверхностной обработке.

Сеяные травостой, как правило, лучше используют вносимые удобрения. Так, на пойме реки Косы (Кировская область, Зуевский сортоучасток) при внесении полного удобрения ( $N_{30}P_{40}K_{55}$ ) на природный травостой прибавка урожая сена достигла 22,1 ц с 1 га (урожай возрос с 36,4 до 58,5 ц с 1 га), а на сеянном травостое третьего года пользования — 32,9 (урожай увеличился с 54 до 86,9 ц с 1 га).

### **СПОСОБЫ И СРОКИ ПОСЕВА ТРАВΟΣМЕСЕЙ**

При посеве луговых травосмесей применяют, как и в полевом травосеянии, три способа — беспокровный, подпокровный и полупокровный (высев покровной культуры через один ряд).

Последние два способа могут осуществляться в весенние (под яровые культуры) или в осенние (под озимые культуры) сроки. Без покрова травы высевают в разные сроки в зависимости от зоны и местоположения участка.

Практика луговодства и опытные данные показывают, что в условиях невысокой агротехники на небогатых минеральных почвах суходолов травы под покровом угнетаются главным образом из-за недостатка пищи и воды, а не света. В засушливые годы всходы полностью выпадают. При подпокровных посевах преимущество получают травы с быстрым ростом корней и наземной части (например, клевер красный, тимopheевка, овсяница луговая), успевающие хорошо укорениться до смыкания

растений однолетней покровной культуры (обычно в фазе трубкования, начале выметывания зерновой покровной культуры). Медленно растущие в первый год жизни люцерны устойчивее при посеве под покров более медленно растущих однолетних (например, проса, суданской травы и др.). На хорошо разложившихся торфах подпокровные посевы страдают от недостатка света в мощно разрастающихся травостоях покровной культуры и от возможного ее полегания. Зерновые на богатых азотом торфяных почвах дают щуплое зерно. Беспокровные ранневесенние посевы трав уже в первый год обеспечивают высокие урожаи.

По мере роста агротехники, применения подкормки азотными и другими удобрениями покровных зерновых культур урожай их на минеральных почвах достигает 18—20 ц с 1 га и более. Стеблестой становится более плотным. Примерно до этого уровня урожайности зерновых удовлетворительно переносят недостаток освещенности большинство трав, кроме наиболее светолюбивых (клевер белый). Урожай подпокровных трав в первый год пользования меньше, чем без покрова, но недобор его покрывается урожаем покровной культуры. Со 2—3-го года пользования обычно урожай покровных и беспокровных посевов, при своевременной подкормке их удобрениями выравниваются. Например, в опытах М. И. Тарковского (ВНИИК) в среднем за пять лет получено сена люцерно-клеверно-злаковой смеси при беспокровном посеве 60,2, а при покровном — 64,6 ц с 1 га. При этом получено с 1 га подпокровного посева 21,7 ц зерна и 26 ц соломы овса — дополнительно 2970 кормовых единиц. На беспокровных весенних посевах в первый год люцерну сильно угнетали сорняки.

Важно подобрать раннеспелые покровные культуры и их сорта, уменьшить норму высева их на 20—25% против принятой, убирать в ранние сроки (на зеленый корм, сено и др.). Этими мерами сокращается период слабой освещенности всходов трав. При посеве трав под покров озимых возможен и более ранний высев луговых злаков, а позднее по их всходам сеют озимые. Посев в начале августа клеверо-тимофеечной смеси вместе с озимой рожью (Родионов, 1958) дал более высокий урожай сена, чем весенний по озими (на 42% в первый и на 22% на второй год пользования). Но в других случаях (Шатилов, 1969) положительного результата не получили.

Эти способы подлежат дальнейшему испытанию в колхозах и совхозах. Имеет значение осветление всходов трав путем междрядкового их размещения (посев в междурядья покровной культуры), а в более сухих условиях путем применения полупокровных посевов.

Быстро растущие и развивающиеся луговые злаки при азотных подкормках в условиях мягкого климата (райграс многолетний) могут угнетающе в свою очередь, влиять на зерновые. По данным Гриффитса (Griffiths, 1961), при посеве трав под покров овса сокращалось число его генеративных побегов, уменьшалось содержание протеина в зерне и соломе овса.

На высоком агрофоне и с введением в культуру новых высокоурожайных сортов зерновых посев под их покров луговых травосмесей нецелесообразен. В этих случаях выпад трав происходит от быстро наступающего недостатка света. В опытах Гриффитса уже через два месяца после посева сохранилось лишь 20% растений ежи сборной от числа живых высеванных семян, а через год — 10%, при этом резко сократилась в травостоях доля ранних форм (раноцветущих).

Выведение трав из-под покрова в хорошо увлажняемых областях достигается летним посевом (по занятым парам на окультуренных почвах или по весенней и летней разработке целины при ускоренном залужении, а в очень сухих — по чистым парам).

Ускоренное залужение проводят чаще всего после первого укоса или стравливания природного травостоя. При посеве травосмеси не позже начала августа (в средней полосе) урожай следующего года не уступает урожаям подпокровным весенним посевам предшествующего года. Запаздывание с посевом бобово-злаковой смеси заставляет переносить подсев бобовых на весну, что сопряжено с риском снижения доли бобовых в травостое. При интенсивном кущении злаков с осени и следующей весной всходы бобовых весеннего подсева затеняются ими и большое количество их выпадает.

Тот же недостаток имеют и посеvy травосмесей под покров озимой ржи в сроки, оптимальные для ржи. Бобовые приходится подсевать следующей весной. А при принятых в луговодстве более высоких нормах злаковых компонентов, чем в полевом травосеянии, бобовые попадают под двойной покров. При сильном разрастании ржи осенью целесообразно слегка ее подтравить (по сухой

почве); на следующий год озимую рожь лучше использовать на зеленый корм или силос, а в сухую погоду можно и подтравить.

В восточных областях СССР, особенно на торфяниках с близкой мерзлотой, сроки сева передвигаются обычно на июнь, после оттаивания верхнего слоя.

На склоновых землях южной лесостепи лучший срок посева трав — летний по пару (25 июня — 15 августа), беспокровно.

Так, в колхозе «Рассвет» Воронежской области (Демьяненко, Овчинников, 1966) при летнем беспокровном посеве средний за пять лет урожай сена смеси составил 59,2 ц с 1 га, а при весеннем — 42,3. Сорняков в травостое содержалось соответственно 3,7 и 31,8%. Травы в этом хозяйстве сильно угнетались покровными культурами. При разных сроках и способах посева получены такие урожаи сена (в ц с 1 га): при весеннем беспокровном 40,8, при подпокровном 32,7, при летнем беспокровном 61,1, а при подпокровном 45.

В засушливых условиях в весенних посевах травосмесей наблюдаются большие выпадения всходов не только от недостатка воды, но и от повреждений их стеблевыми и листовыми блошками и другими вредителями.

На луговых почвах Западно-Сибирской низменности первичную обработку почвы ведут обычно по типу пара и травы высевают под летне-осенние дожди. Но на освоенных торфяниках и здесь лучшие результаты дают весенние посевы полупокровные или под покров овса. Запаздывание с посевом трав до июня снижало урожай сена на 12—18% (Казанцев, 1969).

При улучшении залесенных лугов Сибири рекомендуется высевать в зоне подтайги в качестве покровных культур овес, вику, горох; в северной лесостепи — овес, горох, могоар, чумизу, суданку; в южной лесостепи травосмеси высевают без покрова по дернине, обработанной по типу пара (Зюсько, 1968).

На засоленных почвах покровной культурой, как правило, служит донник. При совместном с ним посеве трав урожай в год посева значительно увеличивается. Так, на корковых солонцах при посеве смеси люцерны с пыреем бескорневишным урожай сена составил 0,9, а на высоко-стоябчатых — 2,9 ц с 1 га (урожай природного травостоя 0,4 и 1,7 ц с 1 га); при посеве с донником урожай вырос на первом типе почв до 11,7, а на втором — до

16,4 ц с 1 га. На второй год пользования без донника урожай сена трав на высокостолбчатых содонцах составил 13,5, а с донником — 19,8 ц с 1 га.

На пойменных землях Сибири в опытах Иркутского сельскохозяйственного института беспокровные летние посевы давали значительно более высокие урожаи и сена и семян, чем весенние подпокровные (табл. 48).

Таблица 48

Урожай сена и семян трав при разных сроках и способах сева  
(в ц с 1 га)

Трава	Подпокровный весенний посев		Беспокровный летний посев	
	сено	семена	сено	семена
Волоснец сибирский	36,9	4,3	64,7	12,3
Регнерия омская	10,7	2,5	31,7	4,8
Тимофеевка	45,0	3,3	60,8	4,5

В Бурятской АССР (Давыдов, 1958) подпокровные весенние посевы удаются лишь при выпадении в первые три месяца после посева 160—200 мм осадков.

Таким образом, покровные культуры наиболее отрицательно действуют в крайних условиях: на хорошо увлажненных почвах при богатом азотном питании и в сухих районах из-за недостатка влаги и обилия вредителей всходов трав.

#### ГЛУБИНА ЗАДЕЛКИ СЕМЯН

При всех способах обработки стремятся достигнуть наиболее выровненной и достаточно уплотненной поверхности почвы для равномерного распределения семян по площади и по глубине. Оптимальная глубина заделки для бобовых и злаковых трав в зависимости от крупности семян различна (табл. 49). Большое значение она имеет на минеральных почвах суходолов. На влажных почвах с большим содержанием органического вещества допустима мелкая заделка семян трав.

Недостаточная глубина заделки злаков при быстром пересыхании верхнего слоя задерживает развитие вторичных (постоянных) корней, и растение может погиб-

Оптимальная глубина заделки семян на минеральных почвах разного механического состава

Трава	Почвы		
	супесчаные	суглинистые и среднесуглинистые	тяжелосуглинистые
<i>Бобовые</i>			
Клевер красный и люцерна	2,5—3,0	2,0	1,0
Клевер белый, розовый, лядвенец рогатый	1,5	1,0	0,5
<i>Злаки</i>			
Костер безостый, райграс высокий	3,0—4,0	2,5—3,0	1,5—2,0
Пырей бескорневишный, регнерия и волоснец сибирский	3,0—4,0	2,0	2,0
Овсяница луговая, райграс многолетний и однолетний, ежа сборная	3,0	2,5	1,5
Лисохвост луговой и овсяница красная	2,0	1,5	1,0
Мятлик луговой и болотный	1,5	1,0	0,5
Тимофеевка	1,5	1,0	0,5

нута, хотя на 3—5 см ниже узла кушения почва еще достаточно влажная. Однако избыточно глубокая заделка в более влажный слой тоже не помогает; узел кушения образуется в приповерхностном слое, куда проникает свет, поэтому при очень глубокой заделке удлиняется соответственно надсемядольное колено или проросток не достигает поверхности.

Мелкая заделка семян менее опасна для бобовых со стержневым корнем, так как они обладают способностью втягивать корневую шейку в почву при ее осадке на несколько сантиметров. Прикатывание почвы перед и после посева трав и преследует цель — дать надлежащую осадку почвы и поддержать более длительное время необходимую влажность в слое размещения семян травосмеси.

Для получения более равномерных всходов бобовых с высоким содержанием твердых семян их перед посевом скарифицируют. Для предохранения от повреждений болезнями и вредителями семена бобовых и злаковых трав за 3—4 недели до посева протравливают гранозаном, меркураном или ТМТД (50—80%-ный смачивающийся порошок) по 200 г на 1 ц семян.



В случае посева свежесобраных семян их рассыпают после тщательной очистки ровным тонким слоем для солнечного обогрева. Но не у всех видов и сортов луговых злаков удается повысить всхожесть этим способом. Например, семена костра безостого, выращенные в лесной зоне, имеют длительный период послеуборочного дозревания (3—5 месяцев), в то время как в лесостепи и степи — около месяца. Поэтому использование свежесобраных семян костра для летних посевов более успешно в южных областях страны (Кулешов, 1967).

## РАЗМЕЩЕНИЕ ТРАВ ПРИ ПОСЕВЕ

Рациональное размещение компонентов смеси при высеве оказывает более продолжительное влияние на их соотношение в травостое, чем изменение норм посева семян. При разбросном посеве образуется более или менее диффузное сложение сообщества. Травы, высеваемые в малом количестве или медленно развивающиеся, попадают под мощный полог быстро развивающихся трав; корни их находятся тоже в окружении корней последних. Глубина заделки при этом способе недостаточна для трав с крупными семенами (райграсы, овсяница луговая, костер безостый), что вызывает значительные производительные потери в проростках и всходах. Рядовой посев всей смеси в рядки с обычными междурядьями (13—16 см) создает высокую концентрацию растений в рядках, а в этой связи высокую гибель всходов, в то время как свободные междурядья занимает сорнополевая растительность. Глубина заделки для трав с мелкими семенами при этом способе велика.

Рациональное размещение трав в смешанных посевах должно отвечать следующим требованиям:

1) обеспечить оптимальную глубину заделки и мелких и крупных семян трав;

2) уменьшить отрицательное влияние на ведущие долголетние травы покрова быстроразвивающихся недолголетних трав;

3) в то же время создать бобовым (а часто и рыхлокустовым злакам) благоприятную ценотическую среду во избежание преждевременного вытеснения их другими компонентами, а именно уменьшить контакт слабых видов с сильными и отдалить время смыкания их в подземной и наземной сферах, особенно в первый год жизни;

4) быстро создать сомкнутое сообщество, то есть обеспечить сплошное покрытие почвы растениями на самых ранних этапах их жизни для ограничения сорно-полевой растительности.

В конечном счете каждой популяции создаются условия питания и светопользования, способствующие взаимному сосуществованию растений без сильного угнетения одних другими. Этим обеспечивается плавная замена менее долговечных более долговечными видами без большого снижения урожая в критические годы смены видов трав.

В зависимости от ботанического состава смесей, целевого их назначения, агроэкологических условий, срока и способа посева и т. д. травы размещают по-разному. В простейшем случае — для парной смеси из бобового и злака — может быть принято черезрядное их расположение или разбросной посев в междурядья злако-бобового компонента (или наоборот). В более сложных смесях прибегают к соединению вместе в две группы по несколько видов трав, высеваемых в одни и другие рядки черезрядно (раздельнорядовой посев) или одной группы в рядки, а другой группы трав вразброс в междурядья первой (разбросно-рядовой посев). Могут применяться разные расстояния между одноименными рядками, разная концентрация семян в рядках, соединение одноименных рядков в ленты и многие другие варианты.

В опытах ВНИИК (Минина, 1951) при изучении разных способов размещения семян смеси из тимopheевки, овсяницы луговой и костра безостого при разбросно-рядовом посеве укоренилось большее количество растений, чем при рядовом и разбросном. При этом способе меньше погибло проростков и всходов, было более равномерным соотношение этих видов трав и значительно более полное покрытие площади (табл. 50).

Размещение в рядках смеси семян овсяницы луговой с костром безостым (междурядья 8 см), а между рядками вразброс тимopheевки обеспечило в ряде лет более равномерный и более высокий урожай сена, чем при других способах размещения (табл. 51).

При разбросном посеве в травостое во все годы пользования преобладала тимopheевка, а при рядовом — овсяница луговая, соответственно численному соотношению укоренившихся трав. При разбросно-рядовом посеве все виды трав участвовали в травостое наиболее равномер-

Число растений на 1 кв. м, укоренившихся к первому укосу в зависимости от размещения семян при посеве

Размещение семян смеси	Тимофеев- ка	Овсяница луговая	Костер безостый	Итого
Разбросное	84	21	Единичные растения	105
Рядовое	46	63	20	129
Разбросно-рядовое	81	52	25	158

Таблица 51

Влияние размещения семян на урожай сена

Размещение семян смеси	Сбор сена за 5 лет (в ц)	Колебания урожаев сена по годам за 4 года (в ц с 1 га)
Разбросное	375	75—103
Рядовое	342	58—106
Разбросно-рядовое	399	92—97

но; к четвертому году участие костра безостого постепенно замещавшего тимофеевку и овсяницу луговую в травостое, достигало 40%.

Большое значение эта техника посева имеет при создании пастбищ, так как с первого же года образуется сомкнутый покров и быстрее формируется сплошная дернина, в то время как при распространенном рядовом посеве долгие годы междурядья остаются голыми, постепенно заполняясь дикорастущими травами. В опытах ВНИИК последствие разной техники посева продолжалось и на шестой год жизни трав. При выпасе по травосмеси, высеянной разбросно-рядовым способом, получено 272 ц травы с 1 га, в то время как по рядовому — 235.

Разбросно-рядовой посев травосмеси осуществляют двухъящичными (или трехъящичными) зерно-травяными сеялками (в настоящее время их выпускают под маркой СУТ-47). Крупные семена засыпают в большой ящик (в случае посева под покров вместе с семенами зерновой покровной культуры), а мелкие — в малый. Передние сошники (дисковые), через которые высевают крупные семена трав, устанавливают на глубину до 3—4 см, в зависимости от почвы. Из второго ряда сошников (клевидных, анкерных) вынимают семяпроводы; они свобод-

но качаются по ходу сеялки при ее движении и выбрасывают мелкие семена в междурядья рядков с крупными. Их заделывают кольцевые шлейфы, укрепленные на раме сеялки.

Проверка этого способа в ряде других опытов показала, что прибавка урожая сена в зависимости от почвенных условий и смесей составляет от 10 до 24% без всяких дополнительных затрат при значительной экономии семян. Она выражалась 8—10 кг семян на 1 га посева, так как при этом способе посева для получения того же урожая достаточной оказалась норма семян I класса 20—24 кг на 1 га вместо широко применяемой 30—32 кг на 1 га.

В районах и на местоположениях, где обычно быстро пересыхает верхний слой почвы, надежнее раздельно-рядовой посев. При этой технике мелкие семена пропускают через килевидные сошники, глубину заделки устанавливают не более 1,5—2 см. Между одноименными рядками при высеве двухъящичными сеялками расстояние составляет 15 см — такое же, как и между рядками покровного растения, а общие рядки — 7,5 см, то есть посев получается узкорядным (в полевом травосеянии приняты междурядья 15 см).

В опытах Белорусской сельскохозяйственной академии (Стрелков, 1971) черезрядный посев лядвенца рога-того (15 кг семян на 1 га) с ежой сборной (7,2 кг) обеспечил урожай сена в среднем за три года 71,8 ц с 1 га, а посев их в общие рядки — 59,8 ц с 1 га, или на 17% меньше. В урожае первого укоса при раздельном посеве лядвенца содержалось 30%, при совместном в рядки — 14%.

Еще более дифференцированно размещение семян четырехкомпонентной смеси изучалось на Чувашской сельскохозяйственной опытной станции (Лукьяненко, 1959). При посеве смеси из клевера красного (8 кг на 1 га), люцерны (8), тимофеевки (4), овсяницы луговой (4) каждый вид высевали в самостоятельный рядок путем установки в сеялке поперечных перегородок. Урожай в среднем за три года получен 51 ц с 1 га против 36 ц при рядовом посеве (в общие рядки всей смеси).

На основании ряда своих опытов Я. Ф. Лукьяненко рекомендует в тех условиях, которые более благоприятствуют злакам, высевать в парных смесях два ряда бобовых через один ряд злаков, а в условиях, благо-

приятных для бобовых, наоборот, — через два ряда злаков один рядок бобовых. Это позволяет в разных условиях получать в травостое примерно равное соотношение бобовых и злаковых растений.

При раздельном размещении трав не всегда получают превышение общего урожая сена травосмесей над урожаем сплошных рядовых, но доля бобовых в травостое, а следовательно, сбор протеина возрастают во всех случаях такого размещения. Так, на деградированных черноземах лесостепи в азиатской части СССР (Буланов, 1967) были получены близкие урожаи сена при обоих способах размещения, но сбор протеина с 1 га травосмеси из четырех компонентов был выше на 28% при посеве смеси двух бобовых (клевера красного с люцерной синегрибридной) в междурядья смеси двух злаков (костра безостого с тимофеевкой). Под посев вносили фосфорно-калийное удобрение.

Там же при посеве люцерно-костровой смеси во влажные весны более высокие урожаи с большим участием люцерны давали раздельно-рядовые посевы за один проход двухъящичной сеялки с индивидуальной подкормкой люцерны гранулированным суперфосфатом. Костер безостый высевали в смеси с покровным овсом, а вместе с семенами люцерны — просеянный гранулированный суперфосфат (по 40—50 кг на 1 га). Суперфосфат смешивали с семенами перед самым посевом во избежание отрицательного влияния его на всхожесть.

При посеве в засушливые годы в тех же условиях преимущество имел полупокровный ленточный посев, при котором рядок костра безостого чередовался с лентой из двух рядков люцерны; расстояния при этом были в 30 см между рядками костра безостого и 15 см в лентах люцерны. Для осуществления такой техники посева в большом ящике двухъящичной сеялки через одно закрывали отверстия, через которые высевали семена костра безостого в смеси с покровным овсом.

При снижении нормы посева костра безостого на 20% это размещение трав обеспечило более высокий общий урожай и сохранение люцерны в травостое в течение пяти лет. По сравнению с рядовым посевом прибавка урожая сена (сумма за четыре года по фосфорно-калийному удобрению) составила 20 ц (19%), протеина 5 ц с 1 га (50%) вследствие лучшего роста люцерны при раздельном размещении.

К пятому году жизни она составляла в травостое при этом размещении 40% по весу, при отдельно-рядовом — 32, а при рядовом — 18%.

В чистых посевах люцерны имела более высокий урожай за те же годы (139 ц с 1 га), чем костер безостый (98 ц с 1 га). Но в смеси она угнеталась им; большие полевая всхожесть, ветвление и рост отмечались у нее в чистых посевах, меньшие при посеве в общий рядок с костром. При ленточном отдельном размещении рост и развитие обоих компонентов приближались к показателям в чистых посевах каждого из них.

Другой вариант посева с использованием зерновых одноящичных сеялок рекомендует для сибирских сухих районов лесостепи и степи Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства (Макарова, 1965). В этом случае два рядка люцерны чередуются с двумя рядками костра безостого (междурядья всех рядков одинаковы, по 15 см). Для этого ящик сеялки разделяют поперечными перегородками через два отверстия. Норму высева устанавливают по костру безостому; семена люцерны смешивают или с гранулированным суперфосфатом, или с прокаленными семенами рыжика, или с другим балластным материалом. Покровную зерновую культуру высевают поперек рядков трав. Второй ход сеялки вызывает излишнюю трату времени и средств. Обеспечение хозяйств двухъящичными сеялками позволит этого избежать. Если же травы высевают под покров проса или однолетних трав, то при отдельном чересрядном посеве люцерны и костра безостого высевают люцерну в смеси с семенами покровных растений. Заделка семян трав, высеваемых в смеси с покровными, имеющими крупные семена, не должна превышать 4 см.

Различное размещение трав в целях повышения устойчивости бобовых и доли их в урожае смешанных посевов изучали также и на торфяных почвах Западной Сибири (Убинская опытная мелиоративная станция, Казанцев, 1959). Повышением нормы высева бобовых (клевер розовый, донник) в травосмесях не было достигнуто увеличения их участия в травостое. Снижение же нормы высева, «агрессивного» в этих условиях костра безостого на 50% против установленной и помещение его в рядок с волоснецом сибирским (или пыреем бескорневищным), а в междурядья их — бобового компонента (в рядки) позволили сдержать разрастание костра

в течение двух лет (то есть на период продуктивной жизни бобовых) и повысить сбор протеина благодаря лучшему росту бобовых растений. Без ущерба для урожая общая норма высева снижалась при этом на 30%. При посеве смеси в общие рядки бобовые вытеснялись злаками с первого года жизни травостоя.

Исследования А. И. Сметанниковой (1953), В. Ф. Корякиной (1950, 1951, 1953), В. Н. Макаревич (1955) и других показали существенное изменение в физиолого-биохимическом состоянии растений при раздельном размещении: в них больше накапливалось углеводов, повышалась водоудерживающая способность листьев, а следовательно, и засухоустойчивость, в ряде случаев снижалась интенсивность транспирации и т. д. сравнительно с сильно угнетаемыми растениями, помещаемыми в общие рядки с более ценотически сильными видами.

Принципы размещения в сообществе той или иной популяции для повышения ее устойчивости при посеве в смеси с ценотически более сильными компонентами следующие:

- 1) выделение на более или менее обособленную площадь питания (отодвигание от наиболее ценотически активных в данных условиях компонентов) с концентрацией растений в самостоятельных рядках, лентах, полосах;

- 2) повышение численности ее растений;

- 3) снижение численности сильных компонентов (что, как отмечалось, более эффективно при действующих нормах высева);

- 4) дифференцированное припосевное внесение удобрений под укрепляемый в сообществе компонент (например, высев семян бобового с гранулированным суперфосфатом в самостоятельную строчку);

- 5) разные сочетания названных приемов.

Уменьшение контактов между растениями различных популяций в надземной и подземной частях при раздельном их размещении позволяет каждой популяции использовать среду в соответствии со своими потребностями. В этой связи повышается и эффективность удобрений.

Так, в опытах Г. В. Буланова (1967) прибавка сбора протеина от ежегодного внесения РК при посеве ковра безостого вместе с люцерной в общие рядки составила 2,2 ц с 1 га (28%), а при раздельных способах она достигала 3,9 ц с 1 га (40%).

## ЗАДЕЛКА СЕМЯН ТРАВСМЕСИ

На влажных торфяных почвах работа дисковых сошников возможна лишь при устройстве ограничительных реборд на дисках и уширителей на колесах во избежание избыточного заглубления семян. Килевидные сошники малопригодны на недостаточно разложившихся волокнистых торфах. Не применимы они также при ускоренном залужении сильнозадернелых и кочковатых лугов или после расчистки и раскорчевки от сплошного кустарника и мелколесья; здесь они забиваются дернинками и древесными остатками. В таких случаях допустим разбросной посев наиболее простых смесей, высеваемых обычно на таких землях. Его осуществляют или посевными сеялками, у которых снимают семяпроводы с сошниками и приспособляют ветровую доску, или же туковыми сеялками.

В последнем случае семена смешивают с фосфоритной, известковой или доломитовой мукой. При разбросном посеве семена трав на влажных, органических почвах заделывают гладкими катками (в сепе с сеялками); на минеральных почвах, содержащих древесные остатки в верхнем слое и на поверхности, после безотвальной обработки в ряде случаев лучшая заделка достигается волокушами (шлейфами).

При избыточном увлажнении почв в период посева трав или рассева удобрений туковые и посевные сеялки приходится агрегатировать вместо колесных тракторов с болотными тракторами, имеющими уширенные гусеницы.

В лесной зоне после посева травсмеси любым способом почву прикатывают катками разной тяжести в зависимости от условий. На минеральных, хорошо подготовленных к посеву почвах достаточен проход в один след полевого катка; на органических окультуренных почвах — один след полутяжелого болотного катка (заполненного до половины), а на слабоокультуренных — тяжелого водоналивного катка.

В лесостепи посев на минеральных почвах прикатывают кольчатыми катками; создается поверхность, предохраняющая от быстрого пересыхания слоя залегания высеянных семян.



## СПОСОБЫ И ТЕХНИКА ПОСЕВА ТРАВΟΣМЕСЕЙ ЗА РУБЕЖОМ

В западноевропейских странах с мягким атлантическим климатом долголетние пастбищные смеси высевают, как правило, вразброс без покрова. Для этой цели часто применяется сеялка-каток. Она состоит из двух рифленых (кольчатых) катков, идущих один за другим. Над ними смонтирован ящик травяной сеялки, из которого семена направляются по узким лоточкам в желобки, выдавливаемые в почве первым катком; второй каток идет между кольцами первого. Таким образом, семена трав попадают на плотное ложе, а сверху присыпаются рыхлой землей. Расстояние между кольцами катка 5 см, то есть по существу получается узкорядный посев с равномерным сплошным покрытием поверхности почвы всходами. При отсутствии такой сеялки прикатывают участок обычными кольчатыми полевыми катками и высевают вразброс семена; большая часть их скатывается в выдавленные катком желобки. Посев прикатывают гладкими катками, а во влажную погоду заделывают легкими боронками вдоль рядков. В несколько более сухих районах Англии, Дании, Норвегии и других стран фермеры для гарантии получения ровных сплошных всходов половину нормы семян смесей сеют в рядки, а половину вразброс под боронки; затем посев прикатывают.

При устройстве переменных сенокосов и пастбищ в севооборотах высевают травосмеси рядовым способом без покрова или под покров райграса однолетнего (вестервольдского). Последнему в Англии отдают предпочтение по сравнению с райграсом многоукосным или зерновыми культурами. Во Франции, Дании и других странах чаще высевают смесь трав под покров ячменя или овса. Так как в большинство смесей входит и райграс многолетний и его гибриды, сильно угнетающие в условиях приморского климата тимофеевку, овсяницу луговую и другие злаки и бобовые, через 6—8 недель после посева быстрорастущие райграсы подтраивают скотом.

Все большее значение в Европе приобретают отдельные рядовые посевы простых смесей, особенно в связи с расширяющимся возделыванием люцерны в нечерноземной полосе западноевропейских стран. В междурядья люцерны высевают чаще ежу сборную, рядками или

вразброс. Клевер белый высевают тоже вразброс или рядками по рядовому посеву люцерны в тех случаях, когда используют люцерну и для скармливания.

Посев клевера белого по два рядка в междурядья (38 см) ежи сборной обеспечил высокое участие клевера белого даже при дозе азота 270 кг на 1 га (Jasquard, Франция, 1965).

В странах с более сухим климатом (Австрия, Бельгия, Румыния, часть Чехословакии) преобладают рядовые посевы трав под покров яровых зерновых. Для улучшения качества посева применяют специальные травяные сеялки с тупыми килевидными сошниками (междурядья 10 см). При использовании зерновых сеялок смешивают мелкие семена (тимopheевка, клевер, лядвенец рогатый) с костяной мукой и другими разбавителями. На влажных низинных местоположениях применяют разбросной посев травосмесей.

В США в пределах лесной зоны (северо-восточные и озерные штаты) существуют различные способы и техника посева травосмесей в зависимости от степени окультуренности почвы, увлажненности в периоды сева и от направления хозяйства.

На хорошо обработанных почвах, особенно для летнего посева, пускают кольчатый рифленый каток; травы сеют вразброс и заделывают легкими посевным боронками или теми же катками (на рыхлых почвах). Ранний разбросной посев травосмеси считается лучше, чем более поздний рядовой.

Специальные травяные сеялки для рядовых посевов выпускают и здесь с междурядьями 10 см. В районах с неустойчивой весной практикуют отдельные во времени посевы — ранней весной вразброс высевают половину семян, а через 2—3 недели рядовым способом — вторую половину. При летних посевах (июльских) в люцерно-злаковых смесях иногда высевают одну люцерну, а к ней осенью подсевают злак (тимopheевку или ежу сборную и др.). При таком способе ее меньше угнетает злаковый компонент. В 17-летних опытах по изучению покровных культур (штат Огайо) лучшие результаты получены при посеве трав весной под покров ячменя или овса, чем под озимые. Практикуются и августовские беспокровные посевы люцерны в смеси со злаками после уборки зерновых; почву после них при этом интенсивно дискусуют или мелко перепахивают.

Начиная с 1960 г. среди фермеров восточных штатов вводится и пропагандируется новая техника посева простых смесей (или чистой люцерны) в сочетании с удобрением, предложенная сельскохозяйственной опытной станцией штата Огайо. Этот способ называют в США ленточным, хотя по существу он является узкополосным. Сущность его состоит в том, что за один проход высевающей машины вносят узкой полоской на глубину 2,5—4 см фосфорнокислосое удобрение (или смесь его с очень небольшими дозами азотного и калийного на бедных почвах); над ним на глубину 0,6—1,2 см высевают тоже узкой полоской семена трав. Расстояние между полосками 20 см.

### **УХОД ЗА ЛУГОВЫМИ ТРАВΟΣМЕСЯМИ**

Решающим приемом ухода за сеянными лугами для поддержания в течение заданного срока пользования планируемых урожаев и качества корма служит регулирование режима питания и водного снабжения, отвечающих требованиям данного типа сообщества, изменяющегося во времени.

Подсобными мерами ухода являются удаление из сообщества нежелательных дикорастущих трав химическими средствами и, наоборот, подселение ценных кормовых трав (преимущественно бобовых) путем подсева их в дернину сеяного луга.

Все меры ухода дают наибольшую техническую и экономическую эффективность только в условиях правильного режима использования или же в сочетании с определенной сменой режима пользования. Способ и интенсивность использования травосмесей, в свою очередь, служат мощным средством воздействия на ботанический состав в требуемом направлении (при достаточном обеспечении растений пищей и водой).

Ботанический состав определяет, с одной стороны, качество корма, его биологическую полноценность для животных, а с другой — служит агроному-луговоду показателем для применения тех или иных очередных мер по поддержанию устойчивого высокого с хорошим качеством урожая. На протяжении жизни сообщества применяют разные способы воздействия в зависимости от состояния сеяного травостоя.

## Удобрение

Из приемов ухода наиболее сильно действующим в лесной зоне на повышение урожая и на ботанический состав является удобрение, особенно в сочетании с поливом на сухих местоположениях и при двустороннем регулировании водного режима на осушаемых землях.

Длительное применение какого-либо одного или одной и той же смеси удобрений неизбежно приводит к смене травостоя, соответственно создаваемому режиму питания. Так, при ежегодном внесении фосфорно-калийного удобрения в течение 20 лет на одну и ту же травосмесь (из клевера красного, белого, лисохвоста лугового, тимopheевки, овсяницы луговой, мятлика лугового), высеянную на дерново-подзолистых почвах на сено, сформировался клеверо-злаковый травостой с большим участием клевера белого, низовых злаков (полевицы обыкновенной, овсяницы красной и др.) и суходольного разнотравья. Из сеяных злаков сохранился в угнетенном состоянии лисохвост луговой (около 30% по весу). Средний урожай сена за 20 лет составил 29 ц с 1 га.

При внесении на ту же смесь ежегодно азотно-фосфорного удобрения в травостое преобладали те же низовые злаки (свыше 50% по весу), среди них выделялась обилием овсяница красная; урожай лисохвоста лугового не увеличился, а общий урожай вырос до 42 ц с 1 га.

Азотно-калийные удобрения, наоборот, лучше использовал лисохвост луговой; урожай его по сравнению с двумя предыдущими способами удобрения увеличился в 2,5 раза, а низовых злаков снизился почти в 2 раза. Из разнотравья наиболее отзывчивы на это сочетание тысячелистник и кульбаба. Общий урожай вырос до 47 ц с 1 га. Полное удобрение, не повысив значительно общего урожая (50 ц с 1 га), дало перевес в травостое лисохвосту луговому (около 70% по весу). На участке без удобрений образовался типичный мелкотравный луг с господством низовых злаков (преимущественно овсяницы красной) и суходольного разнотравья; урожай его составил 19,5 ц с 1 га (Ромашов, 1969).

Этот опыт свидетельствует о необходимости удобрять высокопродуктивные травостой с верховыми злаками уравновешенно, то есть покрывать недостаток в почве всех элементов питания. Недостаток калия даже при обеспеченности азотом и фосфором повышает в травостое

стое долю низовых злаков; недостаток фосфора при обеспеченности азотом и калием стимулирует определенные группы разнотравья; обеспеченность фосфором и калием усиливает группу бобовых.

Поэтому важно знать содержание в почве по крайней мере основных усвояемых элементов питания. Применительно к луговым травостоям шкала обеспеченности почвы фосфором и калием пока не разработана. Для ориентировки могут служить следующие показатели (табл. 52).

Таблица 52

Степень обеспеченности трав на минеральных почвах подвижными фосфатами и обменным калием (по Ромашову, 1969)

Обеспеченность	Содержание (в мг на 100 г сухой почвы)			
	$P_2O_5$		$K_2O$	
	по Кирсакову	по Мачигину	по Масловой	по Протасову
Очень низкая	Меньше 5	Меньше 1	Меньше 7	Меньше 15
Низкая	6—11	1—2,0	8—12	16—25
Средняя	12—17	2,0—3,0	13—17	26—35
Высокая	Больше 17	Больше 3	Больше 17	Больше 35

Примечания. 1. На карбонатных почвах содержание подвижных фосфатов определяют по методу Мачигина (или Эгнер—Рима), а обменного калия по Протасову.

2. Показатели  $P_2O_5$  не применимы для оглеенных почв, где при высоких показателях усвояемость почвенных фосфатов низкая и фосфорнокислые удобрения дают высокие прибавки урожая.

Для получения средних урожаев сухой массы от 30 до 60 ц с 1 га (в зависимости от плодородия почвы и степени влагообеспеченности растений) ежегодные дозы удобрений могут быть приняты следующими (табл. 53).

Для получения более высоких урожаев бобово-злаковых травосмесей дозы фосфорно-калийных удобрений повышают. Для высокоурожайных высокорослых злаков, потенциально способных давать урожай сухой массы свыше 100 ц с 1 га (костер безостый, канареечник тростниковидный, ежа сборная и др.), снабжение фосфором, калием, азотом, а также и микроэлементами должно быть значительно более высоким. Вынос этих элементов из почвы урожаями повышается. Потребность в них растений возрастает и при наиболее интенсивных формах

Примерные дозы ежегодного удобрения в кг действующего вещества на 1 га (по П. И. Ромашову, 1965)

Удобрения	При обеспеченности подвижными формами			
	очень низкой	низкой	средней	высокой
Фосфорнокислые	25—30	20—25	Не более 20	—
Калийные:				
на супесчаных и легко-супесчаных почвах	60—90	40—60	30—40	—
на средне- и тяжелосуглинистых почвах	55—60	35—40	30—35	—
Азотные на травосмесях с преобладанием злаков:				
при пастбищном или многоукосном использовании	100—120	80—90	60—70	—
при сенокосном использовании (2 укоса)	60—90	50—60	30—45	—

Примечание. Необходимое количество каждого вида удобрений рассчитывают по формуле:  $У = \frac{А}{Б}$ , где  $У$  — количество удобрений (в ц на 1 га),  $А$  — количество требуемого питательного вещества (в кг на 1 га),  $Б$  — содержание этого вещества во вносимом удобрении (%).

использования травостоев — многоукосном или на многократно сбраживаемых пастбищах.

Большое значение для уточнения потребности растений на данной почве в фосфорных и калийных удобрениях имеет анализ содержания в них  $P_2O_5$  и  $K_2O$ . По данным Н. Кнауэра (Кнауер, 1966, ФРГ), степень обеспеченности почвы под травами при сенокосном или пастбищном использовании изменяется в зависимости от содержания в растениях  $P_2O_5$  и  $K_2O$  следующим образом (табл. 54).

Растения с содержанием протеина от 10 до 15% характерны для сенокосов в фазе цветения, менее 10% — для перестоявших, а более 15% при скашивании до цветения (многоукосное использование); 20—25% протеина обычно содержится на пастбищах в загонной системе, а свыше 25% при раннем и многократном сбраживании интенсивно удобряемых пастбищ. Широко развитая в на-

Степень обеспеченности почвы подвижным  $P_2O_5$  и обменным  $K_2O$ 

Степень обеспеченности почвы	Для растений с содержанием				
	протеина (в %)				
	клетчатки (в %)				
	меньше 10	10—15	15—20	20—25	больше 25
Крайне низкая Низкая Средняя Выше средней Высокая	меньше 30	30—35	35—40	40—45	меньше 18
	меньше 0,30	меньше 0,40	меньше 0,55	меньше 0,65	меньше 0,70
	0,30—0,40	0,40—0,50	0,55—0,65	0,65—0,75	0,70—0,80
	0,40—0,55	0,50—0,70	0,65—0,75	0,75—0,85	0,80—0,90
	0,55—0,65	0,70—0,75	0,75—0,85	0,85—0,93	0,90—1,00
Крайне низкая Низкая Средняя Выше средней Высокая	меньше 1,4	меньше 1,6	меньше 1,8	меньше 2,0	меньше 2,0
	1,4—1,6	1,6—1,8	1,8—2,0	2,0—2,2	2,0—2,3
	1,6—1,8	1,8—2,0	2,0—2,2	2,2—2,4	2,3—2,5
	1,8—2,0	2,0—2,2	2,2—2,5	2,4—2,6	2,6—2,7
	больше 2,0	больше 2,2	больше 2,5	больше 2,6	больше 2,7

стоящее время сеть агрохимической службы позволяет использовать такой контроль за растениями и точнее определять необходимую дозу удобрений, принимая во внимание вынос их с урожаями.

Хорошо разложившиеся торфа, как правило, богаты легкоусвояемым азотом; на среднеразложившихся торфах в первые 1—2 года освоения злаковые травосмеси ощущают недостаток азота. Слаборазложившиеся торфа наряду с фосфорно-калийным следует ежегодно удобрять азотным удобрением. Старопахотные мелкие торфяники тоже нуждаются в азоте. Торфяники лесной зоны в европейской части, как правило, требуют внесения достаточно высоких доз калийных удобрений, а в большинстве случаев и фосфорнокислых. Не нуждаются в последних некоторых торфяники, богатые вивиянитом, содержащим фосфор. Многие торфяники лесной и лесостепной зон азиатской части, наоборот, обеспечены калием (слабозасоленные торфа) и нуждаются в фосфоре и азоте. Малозольные торфа нуждаются, как правило, и в меди.

Минеральные почвы тоже неодинаково обеспечены основными элементами питания для растений. Для получения высоких урожаев на влагообеспеченных пойменных лугах с богатыми аллювиальными почвами во многих случаях в течение ряда лет после ускоренного залужения можно ограничиваться азотными удобрениями (при высеве злаковых смесей). На темноцветных, высокогумусных дерново-луговых почвах низинных лугов хорошие результаты дает применение одного фосфорно-калийного удобрения; в течение нескольких лет после обработки растения используют минерализующийся азот дернины и гумуса. Но для получения урожаев сухой массы злаков свыше 70—80 ц с 1 га требуется и азотное удобрение.

Наименее обеспечены всеми основными элементами питания, как правило, дерново-подзолистые почвы, особенно выходящие из-под расчистки кустарника и мелколесья. Они характеризуются маломощной дерниной и близким залеганием подзолистого горизонта. Различное содержание в почвах и микроэлементов.

Как правило, медью беднее растения, выращенные на торфяных почвах, на почвах тундры и дерново-карбонатных в Прибалтике. Наиболее чувствительны к ее недостатку злаковые травы, снижающие урожай, особенно



семян. Поэтому на таких почвах важно вносить медь (медные огарки и др.).

Кобальта мало в песчаных, торфянистых и подзолистых почвах. Заболевания животных обнаруживаются при содержании в почве подвижного Со менее 1,5 мг на 1 кг сухой почвы.

Потребность в марганцевых удобрениях у растений может возникнуть (по М. В. Катылову, 1965) при pH выше 5,8, а в железе — на щелочных почвах.

Молибден важен при выращивании бобовых растений и необходим для жизнедеятельности в почве азотобактера. Подвижного молибдена мало обычно в дерново-подзолистых легких почвах и на бедных торфах переходных и верховых осушаемых болот.

Большое влияние на минеральный состав растений оказывают удобрения. Фосфорные значительно повышают (на бедных почвах вдвое) содержание в них фосфора, но высокие дозы этих удобрений понижают содержание микроэлементов (особенно кобальта). При односторонних высоких дозах калийных удобрений резко увеличивается содержание калия в растениях, что задерживает усвоение растениями других катионов (кальция и магния).

При интенсивном известковании возрастает усвоение растениями молибдена, но снижается усвоение кобальта и марганца.

В результате применения очень высоких доз азотных удобрений в Голландии, Бельгии, Англии участились случаи заболевания животных гипомagneземией, гипокупрозом и гипокобальтозом. В этих случаях в пастбищной траве снижается содержание кальция и магния главным образом в результате выпадения бобовых, содержащих больше этих (двувалентных) элементов.

Отсюда возникла потребность и в магниевых удобрениях. Рекомендуется вносить 15—20 кг окиси магния на 1 га; органические удобрения тоже служат источником магния для растений. Как показали первые ориентировочные данные, при высоких дозах азота возникает необходимость и во внесении меди.

На удобрение микроэлементами различные травы реагируют по-разному. Эта проблема нуждается в дополнительном освещении, так как с возрастанием доз удобрений возникает потребность и в повышении уровня микроэлементов для нормальной жизнедеятельности рас-

тений и для получения минерального состава, наиболее отвечающего требованиям правильного рациона животных на пастбищах и при стойловом кормлении.

Важно периодически в течение жизни сообщества контролировать содержание в почве основных усвояемых веществ и реакцию среды, соответственно изменяя дозы удобрений. Например, на заложенном во ВНИИК долголетнем пастбище перед посевом травосмеси в почве было недостаточно  $P_2O_5$  (5 мг на 100 г почвы) и  $K_2O$  (8 мг на 100 г почвы). После ежегодного внесения в удобрения  $N_{120}P_{60}K_{90}$  через пять лет в почве содержалось много  $P_2O_5$  и недостаточно  $K_2O$  вследствие большого выноса калия с высокими урожаями (70—80 ц сухой массы с 1 га) при этой дозе азотного удобрения. Поэтому доза фосфорного удобрения была снижена до 30 кг действующего вещества на 1 га, а калийного увеличена до 120 кг на 1 га.

Контрольный анализ почвы после следующих пяти лет показал невысокое содержание усвояемых  $P_2O_5$  и  $K_2O$  — 7—8 мг на 100 г почвы. Параллельный анализ сухого вещества травы подтверждал невысокую обеспеченность  $P_2O_5$ , но избыточное содержание  $K_2O$  (свыше 2,5%) в корме давало основания не увеличивать далее дозу калийного удобрения.

На этом же участке первоначально показатель рН (солевое) равнялся 4,2—4,5; после известкования под посев он достиг в пахотном слое 6,0—6,2. Однако через пять лет в результате ежегодного внесения физиологически кислой аммиачной селитры показатель рН опустился до 4,6—4,8. Поверхностное известкование (4 т на 1 га) позволило вновь улучшить почвенную реакцию.

**Удобрение бобово-злаковых травосмесей (бобовых в травостое более 25%).** В луговом травосеянии лесной зоны долгое время господствовали злаково-бобовые травосмеси, высеваемые на всех местоположениях (за исключением переувлажненных) при небольшой норме клеверов (4—5 кг на 1 га).

Удобрялись они, как правило, фосфорно-калийными или реже полным удобрением в дозах  $N_{30}-P_{30}-K_{30}-60$ . Урожай сухой массы в зависимости от условий местобитания составляли 30—40 ц с 1 га. За последние 15 лет разрабатываются и внедряются приемы, способствующие более полному использованию биологического азота бобовых: сочетание в смесях малолетних и долголетних их

видов, высев по нормам, приближающимся к нормам высева бобовых в чистых посевах, подбор лучших видов и сортов бобовых, выбор успешно сочетающихся с ними злаковых компонентов, регулирование режимов использования и др.

Фиксация азота бобовыми из воздуха при достаточно равномерном увлажнении осадками в течение вегетационного периода наиболее высока — 100—150 кг азота на 1 га (Прибалтика, Северо-Западные области, орошаемые пастбища и др.), меньше она в более сухих условиях — 80—100 кг на суходолах центральных областей и 45—90 кг в лесостепи (Кутузова, 1970).

Обязательное условие успешной фиксации азота воздуха — известкование кислых почв и достаточное обеспечение растений фосфором и калием (по мере необходимости) и микроэлементами — в основном молибденом и бором.

О значении калия и фосфора для получения более высоких урожаев смеси из бобовых и злаков, чем чистых их посевов, свидетельствует анализ 414 опытов с парными бобово-злаковыми травосмесями (П. И. Ромашов).

Установлено, что в 30% случаев урожаи смешанных посевов близки к урожаю наиболее продуктивного в чистом посеве злака или бобового; в 22% они были выше обоих компонентов и в 48% ниже урожаев чистого посева наиболее продуктивного компонента. Причина заключалась в различных темпах использования калия и фосфора из почвы и удобрений бобовыми и злаками.

Так как бобовые отстают от злаков в мобилизации калия и фосфора, в смеси со злаками часто именно этих элементов им недостает для хорошего роста. Поэтому на неудобренных бедных почвах бобово-злаковая смесь дает урожай ниже чистого посева бобового; при внесении фосфорно-калийного удобрения урожай смеси обычно выше, чем чистых посевов, благодаря разрастанию бобовых (злакам не хватает азота). Одно азотное удобрение, улучшая рост злаков, тоже создает условия калийного и фосфорного голодания для бобовых; они быстро вытесняются из смеси злаками. Урожай смеси на этом фоне питания, как правило, ниже уровня чистых посевов или не превышает урожая чистого посева злакового компонента.

При разностороннем обеспечении необходимым питанием и водой, при оптимальной реакции почвы урожай

смешанных бобово-злаковых посевов превышают урожаи их чистых посевов. Например, на поливе при полном удобрении в опытах, проведенных в Киргизии (Захарьев и др., 1969) урожаи люцерно-злаковых смесей в среднем за семь лет превышали урожаи даже чистой люцерны и за 5—6 укосов составляли 135—150 ц сухой массы с 1 га. При соответствующем нормировании семян достигалось равное участие в урожае бобовых и злаковых трав. При отсутствии же азотного удобрения люцерна здесь угнетала злаки, и на этом фоне смешанный посев уступал в урожае чистой люцерне.

Наряду с общим положением о действии фосфорно-калийных удобрений на поддержание в травостое бобовых следует для повышения их эффективности правильно подбирать злаковые компоненты с относительно невысокой потребностью в этих элементах, особенно в калии, и без особо повышенных темпов их поглощения из почвы по сравнению с тем или иным бобовым.

В этом отношении далеко не все еще виды трав достаточно исследованы, на основании полевых опытов можно дать ориентировочные рекомендации.

О значении компонента для клеверов красного и белого на дерново-подзолистых почвах при пастбищном использовании свидетельствует следующий опыт ВНИИК (И. П. Минина, А. Д. Ковалева, 1966—1969 гг., табл. 55).

При замене в травосмеси с клеверами красным и белым тимopheевки ежой сборной урожай бобовых снизился при фосфорно-калийном и еще более при полном удобрении. Угнетала ежа сборная и овсяницу луговую: в сочетании с тимopheевкой азотное удобрение в большей части было использовано овсяницей луговой, а в сочетании с ежой сборной оно было использовано последней. Овсяница луговая в смеси с ежой прибавки урожая не дала. Следует отметить, что в первой смеси величина прибавки овсяницы луговой от азотного удобрения лишь покрыла потерю в урожае клеверов. В результате такой перестройки состава травостоя прибавки общего урожая от полного удобрения получено не было. Во второй же смеси вследствие быстрой реакции ежи сборной на азотное удобрение прибавка общего урожая при внесении полного удобрения составила около 20%.

На второй год пользования в первой смеси по обоим фонам удобрения опять получены близкие общие уро-

Урожай сухой массы компонентов бобово-злаковой смеси в первый и второй год пользования за три цикла стравливания (в ц с 1 га)

Состав смеси	1-й год пользования		2-й год пользования	
	РК	НРК	РК	НРК
<b>Смесь первая</b>				
Бобовые	19,8	13,1	28,2	14,6
Овсяница луговая	13,6	20,3	27,8	38,2
Тимофеевка луговая	10,6	11,4	6,8	9,9
Несеянные травы	2,3	2,2	6,6	11,3
<b>Итого</b>	<b>46,3</b>	<b>47,0</b>	<b>69,4</b>	<b>74,0</b>
<b>Смесь вторая</b>				
Бобовые	13,4	11,3	21,4	3,1
Овсяница луговая	6,1	7,5	3,7	3,7
Ежа сборная	22,9	31,9	39,6	71,0
Несеянные травы	1,4	1,6	1,3	1,0
<b>Итого</b>	<b>43,8</b>	<b>52,3</b>	<b>66,0</b>	<b>78,8</b>

Примечания. 1. В обеих смесях высеяно одинаковое количество семян клеверов и овсяницы луговой.

2. Азотное удобрение в первый год внесено после первого и второго стравливания: по 30 кг действующего вещества на 1 га; на второй год в тех же дозах после каждого стравливания.

жаи, но урожай клеверов был вдвое более высоким по фосфорно-калийному удобрению, то есть в этом случае выигрыш при фосфорно-калийном удобрении был в качестве пастбищного корма. Во второй смеси по полному удобрению клевера уже почти полностью были вытеснены ежой сборной, как и овсяница луговая. В общем урожае ежа сборная составила около 90%; прибавка от азотного удобрения и на второй год достигла 20%.

Опыт показывает, что для клеверов при введении в состав смеси ежи сборной складываются значительно худшие условия существования даже по фосфорно-калийному фону. Отсутствие эффективности азотного удобрения на первой смеси (без ежи сборной) объясняется тем, что овсяница луговая не успевала перекрыть куще-

нием вытесняемые злаками клевера, отставая в использовании азота от ежи сборной. Кроме того, по данным ряда исследователей (Ромашов, 1969; Ищенко, 1965; Кутузова, 1970) бобовые травы при снабжении их легкоусвояемыми формами азота превращаются в его потребителей (фиксация азота воздуха тормозится). Этим объясняется низкая эффективность полного минерального удобрения на бобово-злаковых травостоях, установленная во многих отечественных и зарубежных опытах и в практике их применения в хозяйствах.

Об отрицательном влиянии ежи сборной на клевера и при укосном использовании свидетельствуют опыты И. С. Шатилова (1969). Ежа сборная отличается особо высокой способностью поглощать калий, начиная с раннего возраста (после посева). Для получения высоких урожаев бобово-злаковых смесей на дерново-подзолистых почвах лесной зоны рекомендуется вносить ежегодно на клеверозлаковые травостои по 50—60 кг окиси фосфора и 90—100 кг окиси калия на 1 га; калий в два приема — весной и после первого укоса (или второго, третьего цикла выпаса). В более сухом климате азиатской части достаточны дозы обоих веществ по 30—45 кг на 1 га; на слабозасоленных почвах, где высевают донник (или люцерну), калий не вносят.

На склоновых землях лесостепи при ежегодном внесении достаточна доза каждого вида удобрений на 1 га 30 кг действующего вещества. При сильной смывистости почв добавляют азотное удобрение в той же дозе (Черкасова, 1968). На солончаковых поймах лесостепи под бобово-злаковые смеси фосфорно-калийные удобрения не вносят (Ненароков, 1966).

Удобрение злаково-бобовых травосмесей (с участием в травостое бобовых до 25%). На всех почвах вносят в небольших дозах азот ( $N_{30-60}$ ) для поддержания роста злаков. Сохранению бобовых в травостое при этом способствуют перенесение срока подкормки с весны на лето, замена азота нитратной формы аммиачным, мочевиной или органическими удобрениями, разделение дозы на меньшие порции (по  $N_{20}$  или  $N_{30}$  за один прием).

В опытах П. И. Ромашова и А. А. Кутузовой (1964) клевера красный и белый поддерживались в травостое при внесении азотного удобрения ( $N_{90}$ ) дробно в три приема по  $N_{30}$ . Первый раз удобрения давали не ранней весной, как обычно, а после первого стравливания. Сред-

ний урожай за три года вырос за счет злаков и других небобовых трав с 52 по РК до 62 ц с 1 га по НРК при содержании в том и другом по 14 ц бобовых (вес сухого вещества).

Более высокая оплата 1 кг азота удобрений на пастбищных травостоях с клевером белым достигается в более влажных районах или на местоположениях с устойчивой влажностью почвы или при орошении.

В условиях холодных весен небольшие дозы азотного удобрения способствуют отрастанию и бобовых, так как деятельность клубеньковых бактерий начинается после прогревания почвы.

Из органических удобрений азот в почве высвобождается более медленно, чем из минеральных. В органических удобрениях содержатся многие микроэлементы. Кроме того, они оказывают многостороннее действие на почву — улучшают физические свойства, активизируют микробиологические процессы, увеличивают количество полезного животного населения, особенно дождевых червей, при поверхностной перестилке по дернине оказывают мульчирующее действие. Так, в опытах Прикульской опытной станции азот навоза в сочетании с фосфорно-калийным удобрением повышал общий урожай и сбор протеина за счет увеличения и злаков и бобовых. Содержание последних в урожае сохранилось таким же, как и по фосфорно-калийному удобрению (табл. 56).

Таблица 56

Влияние органо-минеральных удобрений на продуктивность пастбища и участие клевера белого в травостое (среднее за три года)

Удобрение	Урожай травы (в ц с 1 га)	Содержание в урожае		Содержа- ние кле- вера бело- го в уро- жае (в %)
		кормовых единиц	перевари- мого белка (в кг)	
Без удобрений	61	1187	115	12
$P_{60}K_{60}$	140	2743	266	23
$N_{60}P_{60}K_{60}$	197	3856	373	3
20 т навоза на 1 га (один раз в три года) + $P_{60}K_{60}$	205	4012	389	22

В случаях включения в смеси только недолголетних бобовых (клевер красный, клевер розовый, на юге — эспарцеты) в год, предшествующий их сильному изрежи-

ванию (2—3-й год пользования), вносят после первого укуса азотное удобрение для усиления кущения злаков; в последующие годы удобряют их ежегодно полным удобрением, как злаковые травостои. На склоновых землях лесостепи рекомендуется со второго года пользования давать  $N_{30}$  и в дальнейшем (после полного выпадения бобовых) —  $N_{80-90}$  (Черкасова, 1968). На поймах этой зоны, начиная с периода сильного изреживания бобовых (на втором этапе жизни сообщества), вносят только азотное удобрение в дозах 30—45 кг действующего вещества на 1 га (Ненароков, 1965).

Во всех случаях важно проверять содержание усвояемых фосфора и калия в почве. На дерново-подзолистых суглинистых почвах после смены бобовых рыхлокустовыми злаками (переход ко второму этапу жизни сообщества) часто можно снизить дозу фосфорного удобрения. В калии же потребность верховых злаков высока и на некоторых почвах может возникнуть необходимость и повышения дозы калийных удобрений.

**Удобрение злаковых травосмесей.** В зоне люцерносеяния бобово-злаковые смеси (с люцерной, эспарцетом или донником) обеспечивают более высокие урожаи, чем злаковые, за исключением переувлажненных, особенно засоленных луговых почв и осушенных торфяников. В зоне клеверосеяния более высоких урожаев (свыше 60—80 ц сена с 1 га и более 4—5 тыс. кормовых единиц на пастбищах) достигают на всех местоположениях (кроме пойм высокого уровня и легких супесчаных почв суходолов) при полном минеральном удобрении (в повышенных дозах) злаковых травосмесей. Чем выше влагообеспеченность злаков, тем лучше они используют питательные вещества из удобрений.

С другой стороны, обеспеченность культурных трав азотом позволяет им лучше переносить засушливые периоды (снижение потерь воды на транспирацию и на испарение с хорошо притеняемой растениями поверхности почвы). Они отличаются от многих бобовых и разнотравья более быстрыми темпами поглощения воды из почвы при обеспеченности их всеми необходимыми элементами пищи. Поэтому интенсивно удобряемые злаковые травосмеси в этой зоне обычно превосходят по урожаю бобово-злаковые и на суходолах. Удобряемые злаковые травосмеси можно успешно возделывать в более широких границах увлажнения; они лучше переносят



недостаток аэрации почвы и относительно более холодные почвы или холодные весны, чем удобряемые.

При практическом использовании азотного удобрения в повышенных дозах (свыше 100—120 кг действующего вещества на 1 га) следует принимать во внимание разностороннее действие разных доз на травостой и качество корма.

Как известно, в биологии различают два вида роста: рост как увеличение размеров всех частей растений (объемный рост) и рост путем увеличения количества одноименных органов, например увеличение числа побегов при интенсивном кущении (метамерный рост).

С повышением доз азота при весеннем внесении на сенокосах из сеяных верховых злаков (особенно яровых форм) преобладает первый тип роста; при пастбищном использовании преобладает второй тип. При обоих способах использования низовые злаки и некоторые из верховых, отличающихся наследственно повышенной кустистостью, реагируют на азотное удобрение преимущественно усиленным побегообразованием. При снабжении азотом в количествах, превышающих потребность тех или иных злаков на рост, возрастает в них содержание протеина (до 25—25%) при одновременном снижении водорастворимых углеводов, то есть ухудшается сахаро-протеиновое отношение корма. Особенно часто это явление наблюдается в периоды, неблагоприятные для фотосинтеза, когда в растениях снижается количество углеводов, необходимых для ростовых и других жизненных процессов.

В опытах П. И. Ромашова (1969) со злаковым травостоем на дерново-подзолистых почвах урожай сена повысился вдвое при внесении  $N_{60}$ , а содержание азота резко возросло лишь при внесении  $N_{120}$ ; общий урожай сена при удвоении дозы азота вырос только на 25%, а количество азота в нем — на 68% (табл. 57).

В вегетационных опытах П. И. Ромашова было установлено, что морфологическая структура верховых злаков может при азотном удобрении изменяться в сторону увеличения доли генеративных побегов, в результате чего содержание протеина в растениях снижается (табл. 58).

Иная реакция на азотное удобрение отмечена у низкорослых злаков. Так, в том же опыте у овсяницы красной урожай возрос с 4,9 г на сосуд по РК до 41,3 г по

Таблица 57

Влияние доз азотного удобрения на содержание азота в растениях и общем урожае

Доза удобрения	Урожай сена (в ц с 1 га)	Содержание азота	
		в расте- ниях (в %)	в урожае (в кг с 1 га)
Без удобрений	21	1,33	280
P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	25	1,28	320
N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	52	1,29	670
N <sub>90</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	57	1,42	810
N <sub>120</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	65	1,72	1120

Таблица 58

Влияние доз удобрений на морфологическую структуру тимopheевки и содержание протеина

Градации удобрения	Урожай сухой массы (в т на сосу)	Количество по весу (в %)			Содержание протеина (в %)		
		листьев и вегетатив- ных побе- гов	генератив- ных по- бегов		в листь- ях и веге- тативных побегах	в генера- тивных побегах	в целом растений
РК	6,2	66	34		8,7	6,2	7,9
РК + N <sub>1</sub> доза	21,5	27	73		7,1	4,7	5,3
РК + N <sub>2</sub> дозы	50,3	28	72		7,2	4,0	4,9

НРК, а содержание протеина в целом растении с 8,2 до 15,5%, то есть у низовых злаков вследствие высокого содержания укороченных побегов (в данном опыте по РК — 80%, а по НРК — 88%) при наследственно небольшом линейном росте и небольшой генеративности растения раньше переключает избыток азотного питания на повышение содержания азота в листьях. Общий же сбор протеина с единицы площади сенокоса в полевых условиях обычно выше у верховых злаков, так как при скашивании высокорослых растений в укос (при срезе на 5—6 см от поверхности) попадает 80—90% биологического урожая, в то время как у низкорослых только 50—60%.

Средняя прибавка от азотных удобрений на сенокосах, по данным географических опытов, 20—25 кг сена на 1 кг азота (в действующем веществе); на пастбищах

она составляет от 15 до 30 кормовых единиц на 1 кг азота в удобрениях. Однако окончательную оценку действия азотного удобрения можно дать лишь на основе учета сбора протеина с единицы площади и оценки качества получаемого корма.

При решении вопроса о дозе азотных удобрений важно учитывать и различия в отзывчивости на них основных луговых злаков. Так, в опыте Н. М. Ахламовой (ВНИИК, 1968) при дозе  $N_{50}P_{50}K_{50}$  существенных различий в урожае тимopheевки, овсяницы луговой, ежи сборной и мятлика лугового при пятикратном скашивании не наблюдалось. На увеличение дозы до  $N_{180}P_{100}K_{180}$  в наибольшей мере реагировали ежа сборная и мятлик луговой: прибавка урожая у первых двух злаков составила по 33 ц с 1 га, в то время как у вторых — около 40 ц. Таким образом, при необходимости повысить в травостое участие ежи сборной или мятлика лугового следует повысить дозы удобрений.

Чтобы избежать на сенокосах отрицательного действия единовременно вносимых весной высоких доз азота (120—150 кг на 1 га) на структуру и качество урожая, часто вызывающих и полегание травостоя, рекомендуется многоукосное использование (первое скашивание не позднее фазы колошения) и дробное внесение азотного удобрения (в том числе 60—80 кг на 1 га под первый укос).

Урожай сена при благоприятном увлажнении достигают 125—150 ц с 1 га и более. Естественно, что для таких урожаев требуется повышение одновременно с азотными и доз фосфорно-калийных удобрений, пропорционально указанным в таблице 53 (стр. 213).

На пастбищах возникает более сложная задача регулировать содержание протеина в траве по циклам так, чтобы избежать слишком высокого его содержания (свыше 14—15%), выходящего за пределы потребности в нем животных. В последнем случае для рационального использования избытка протеина животным необходима подкормка с высоким содержанием углеводов (например, картофель, свекловичный жом, патока и др.).

Содержание протеина и здесь можно регулировать дробным внесением высокой дозы азотного удобрения (не более 60 кг азота на 1 га за один прием), а также стравливанием в не слишком ранние фазы. Экономически оправданными на культурных сеяных пастбищах при-

знаны дозы 180—200 кг азота на 1 га. Вносят их равными долями весной и после каждого стравливания.

В западных районах лесной зоны с обильными и равномерными осадками (или при орошении в других областях) дозы азота могут быть повышены до 300 кг на 1 га. Это обеспечивает продуктивность пастбищ в 8—10 тыс. кормовых единиц с 1 га и более. На минеральных почвах дозу фосфорного удобрения повышают до 50—60 кг действующего вещества на 1 га (при орошении до 80 кг), а калийного до 90—120 кг. Калийные удобрения вносят в два приема (весной и после второго или третьего стравливания) или же более дробно (вместе с азотным) во избежание нежелательного избыточного содержания его в траве (свыше 2,2—3% на сухое вещество) при одновременном внесении высокой дозы. Избыток калия в траве нарушает оптимальное для животных соотношение в корме минеральных веществ (особенно при недостатке магния).

При внесении высоких доз минеральных удобрений в ряде случаев урожай может быть ограничен недостатком в почве микроудобрений. Так, на суходольном лугу Калининской области с легкими лёссовидными суглинками (Камасин, 1969) внесение молибдена (150 г на 1 га) и меди (5 кг на 1 га) повысило прибавку урожая сена на 1 кг внесенного в удобрения азота с 12 до 16 кормовых единиц, то есть на 4 кормовые единицы на 1 кг. На низинном осушенном торфянике (Айре, 1969) в Латвии на фоне полного минерального удобрения урожай пастбищной травы повысился при внесении 2 кг молибдата аммония на 1 га еще на 10%.

### **Регулирование водного режима**

**Орошение.** В зоне умеренного климата при количестве выпадающих в год осадков 400—600 мм 25—30% лет (то есть каждый третий или четвертый год) характеризуются засушливостью. Даже во влажные годы осадки в течение вегетационного периода выпадают неравномерно. Особенно отрицательно на урожае сеяных трав отражается недостаток в почве влаги во второй половине лета. На формирование первого (раннего) укоса на сенокосах и на первые два цикла стравливания обычно хватает запасов почвенной влаги, накопившейся после таяния снега и ранневесенних осадков.

На низинных местоположениях, наоборот, весной травы задерживаются в росте из-за избыточного содержания воды и недостаточной аэрации почвы, так как легкоусвояемых элементов пищи растений в ней не образуется.

Наибольшая урожайность и высокое качество корма достигаются лишь при равномерном и достаточном снабжении растений водой, которое обеспечивается при ее содержании в почве, близком к предельной ее влагоемкости.

На это и направлены такие приемы, как полив на суходольных местоположениях и двустороннее регулирование водного режима на осушенных низинных местоположениях.

Наиболее высокие и устойчивые урожаи сеяных травосмесей в течение вегетационного периода и в ряде лет на повышенных местоположениях достигаются сочетанием полного достаточного удобрения и орошения.

В последние годы орошение дождеванием культурных пастбищ все более входит в практику колхозов и совхозов, расположенных в районах наиболее интенсивного свежемолочного направления животноводства. Несмотря на высокую стоимость оборудования, затраты на него окупаются в 2—3 года, а себестоимость кормовой единицы культурных орошаемых пастбищ не превышает 3—4 коп., то есть значительно ниже, чем многих других кормов. Продуктивность же пастбищ возрастает до 8—9 тыс. кормовых единиц с 1 га и более. На 1 куб. м воды дополнительно получают от 1 до 2 кормовых единиц. На 1 га орошаемого пастбища можно прокормить до 5 коров с годовым удоем 3—4 тыс. кг молока. Это удается и потому, что трава на поливаемом и удобряемом пастбище отрастает равномерно без перебоев в течение всего лета. Отпадает необходимость в подкормках концентрированными белковыми, а также и зелеными кормами; в связи с этим освобождаются площади пашни под продоольственные и другие культуры, занимавшиеся ранее однолетними кормовыми культурами. Орошаемого пастбища на корову достаточно 0,2—0,25 га, а для выращивания зеленого корма на пашне — 0,7—0,9 га.

Положительная сторона орошения — значительное повышение эффективности удобрений. По данным ВНИИК, на дерново-подзолистых почвах коэффициент использования  $P_2O_5$  в суперфосфате увеличился с 11 до

36% и азота в аммиачной селитре с 53 до 90% (среднее за три года). Для агрономических целей существенное значение имеет коэффициент водопотребления (эвапорометрический коэффициент). Он отражает суммарное испарение почвенной влаги растительным покровом и почвой и выражается обычно в кубометрах воды, приходящейся на тонну полученного сухого вещества. Он служит показателем степени эффективности использования воды. Естественно, чем больше облиственность, чем полнее покрытие почвы, тем меньше теряется непроизводительно воды на испарение. Так, в опытах ВНИИК (И. П. Минина, А. Е. Алексеева, 1959—1963) коэффициент водопотребления в первый год пользования на фоне фосфорно-калийного удобрения колебался в посевах злаков от 490 (костер безостый) до 1350 (мятлик луговой), а в посевах клевера красного был равен 590, белого — 725.

При внесении дополнительно азотного удобрения он уменьшился, составив от 430 до 940 у злаков и 515—620 в посевах клеверов красного и белого. При орошении в сочетании с полным удобрением он уменьшился еще более, составив от 400—415 (тимopheевка и костер безостый) до 735 (мятлик луговой), у клевера красного — 430 и у белого — 520.

По теоретическим расчетам А. А. Ничипоровича (1961), коэффициент транспирации при благоприятном водном и минеральном питании может быть снижен до 75—100 г воды на 1 г сухого вещества урожая; следовательно, значительно может быть уменьшен коэффициент водопотребления. Таким образом, внесение азотного удобрения уменьшает потребность растений в воде. Однако для образования одного и того же количества массы она уменьшается у разных видов, как было показано, по-разному. Имеет значение и глубина проникновения корневых систем. Для трав с поверхностной корневой системой, например мятлика обыкновенного или мятлика лугового, клевера белого, может наступить острый недостаток влаги при снижении влажности в слое почвы 0—10 см; для глубокоукореняющихся, например ежи сборной, костра безостого, люцерны, этот дефицит покрывается влагой более глубоких горизонтов; поэтому они легче переносят недостаток влаги в верхнем слое.

Орошение в хозяйствах лесной зоны без применения удобрений экономически невыгодно. На белоклеверно-

мятликовых пастбищах, удобряемых фосфорно-калийным удобрением, наиболее экономически выгодны поливы при содержании в травостое клевера белого не менее 25—30% (Сау и Вийралът, 1968); продуктивность их достигала 7—8 тыс. кормовых единиц с 1 га при 3—4 поливах за лето. На бобово-злаковых травостоях из верховых злаков, клеверов красного и белого продуктивность пастбища при дождевании возрастала с 4—4,5 до 6,8—7,5 тыс. кормовых единиц с 1 га. Оплата 1 куб. м поливной воды урожаем смеси с клевером красным составляла 1,7 кормовой единицы, а с клевером белым — 1,2 кормовой единицы (Кутузова, Насонова, 1970). Из злаков по использованию оросительной воды первое место занимает, по данным отечественных и зарубежных опытов, а также хозяйственной практики, ежа сборная. Смеси с ежой сборной более высоко оплачивают создаваемый при орошении и полном удобрении высокий агрофон. Важно подобрать к ней компоненты, уживающиеся с ней в этих условиях при пастбищном использовании. При изучении долговечных пастбищных травосмесей различного ботанического состава во ВНИИК (И. П. Минина, А. Е. Алексеева, В. И. Лашманова, А. Д. Ковалева, 1958—1965) на дерново-подзолистых почвах смесь ежи сборной с овсяницей луговой и лисохвостом луговым дала более высокий и выравненный по годам и сезонам урожай, чем смесь с преобладанием мятлика лугового. И в той и в другой смеси высевали из бобовых клевер белый. Эта простая смесь из верховых злаков не уступала по урожаю более сложным из 6—8 компонентов, включавшим два бобовых (клевер красный и белый), верховые и низовые злаки. При сочетании ежи сборной с костром безостым, клевером красным и белым травостой уже к пятому году превратился почти в чисто ежовый.

Ежово-лисохвостная смесь (рис. 12) при средней за семь лет оросительной норме 1150 куб. м воды на 1 га дала прибавку урожая сухой массы от полива на фоне полного минерального удобрения ( $N_{100}P_{60}K_{90}$ ) 21 ц с 1 га (1890 кормовых единиц), а смесь с преобладанием мятлика лугового (рис. 13) — 12,9 ц с 1 га (1160 кормовых единиц). При более высокой поливной норме (1475 куб. м в среднем за четыре года) эти смеси дали прибавки пастбищного корма соответственно 26,4 и 16,2 ц с 1 га. Прибавка от полива на травосмеси с ежой сборной была больше на 63%; оплата 1 куб. м поливной воды состави-

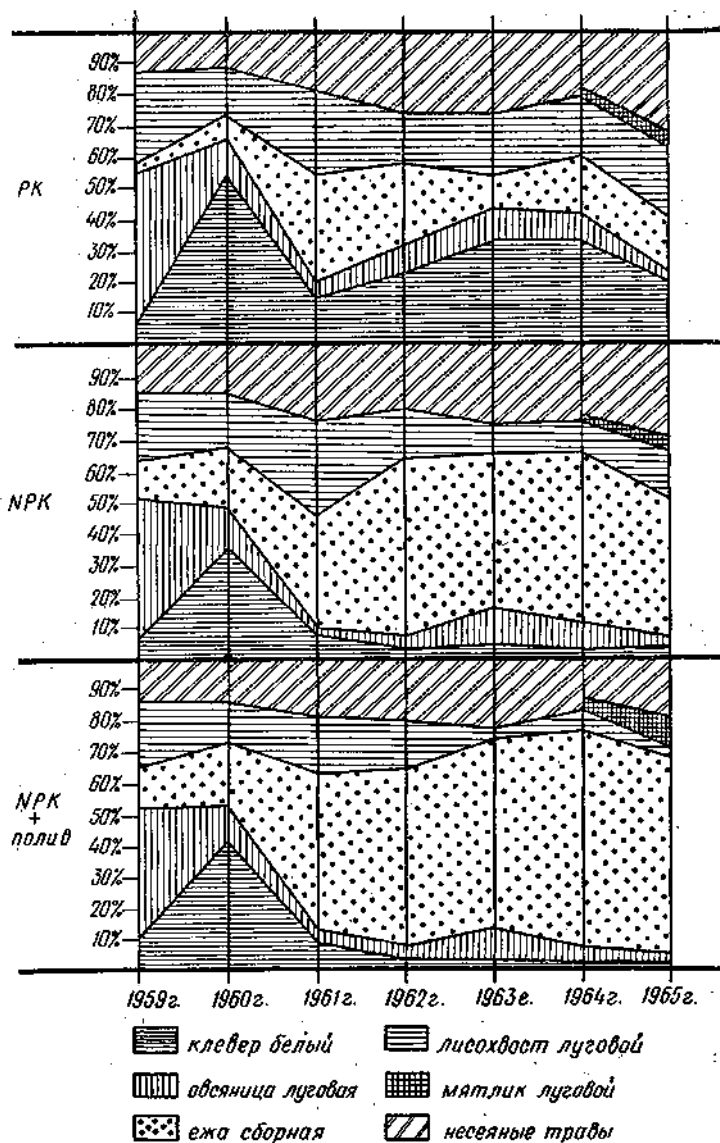


Рис. 12. Изменение ботанического состава смеси с ежой сборной в зависимости от агрофона.



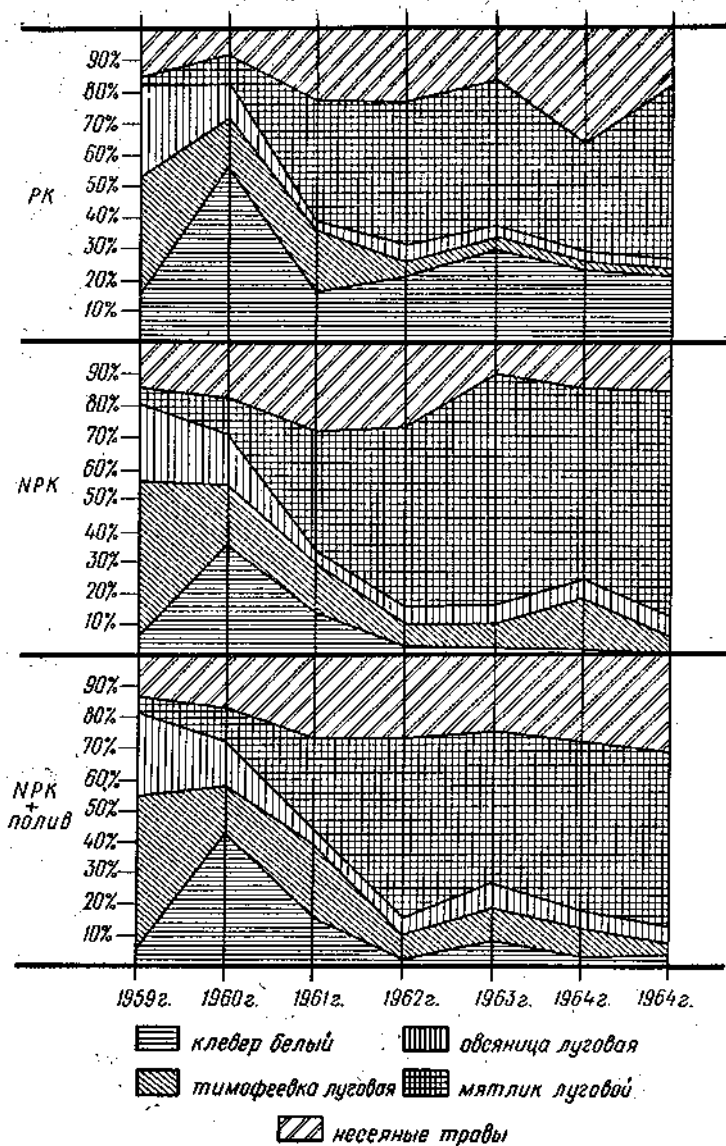


Рис. 13. Изменение ботанического состава смеси с мятликом луговым в зависимости от агрофона.

ла 1,8 кг сухой массы (1,6 кормовой единицы), в то время как на мятликовом травостое — 1,1 кг (1 кормовая единица).

Обе травосмеси дали близкие урожаи при внесении фосфорно-калийного или полного удобрения, показав почти одинаковую отзывчивость на азотное удобрение. Но при сочетании азотного удобрения с поливом значительно увеличилось побегообразование у растений и рост ежи сборной, обеспечивающей и более высокие прибавки от этих мер ухода. Удельный вес ее в урожае на седьмой год пастбищного пользования составил по РК 17%, по NPK — 41%, а по NPK с поливом — 62%. Мятлик луговой в другой смеси составлял соответственно 55, 72 и 56%. Урожай на поливе в этом травостое увеличивался не за счет мятлика лугового, а за счет внедряющихся на этом фоне самосевом верховых злаков (пырей ползучий, лисохвост луговой и др.).

Под влиянием орошения изменяется и биохимический состав корма главным образом вследствие изменений в ботаническом составе. С повышением участия бобовых на поливных бобово-злаковых пастбищах возрастает содержание протеина, кальция и магния. На злаковых пастбищах процентное содержание протеина может при интенсивном росте и кущении снижаться по сравнению с так же удобренными неорошаемыми участками вследствие повышенного расхода азота на ростовые процессы. Во всех случаях валовой сбор протеина с единицы площади на поливе возрастает. Оводненность тканей достигает 85% (то есть содержание сухого вещества в траве 15%). Для удовлетворения потребности в сухом веществе в 12 кг в сутки корове потребуется травы поливного пастбища 70—80 кг. Повысить содержание сухого вещества в траве и приблизить процент протеина к оптимальному (14%) можно несколько задержанным стравливанием (в фазе начала выхода злаков в трубку).

При учете размеров выноса азота и минеральных элементов с урожаем этих сообществ и параллельно содержания их в корнях (закрепление) выяснилось, что на поливе примерно половину этих веществ растения используют на производство наземной массы (урожае), в то время как без него только одну треть, то есть на поливе большая их часть идет на образование хозяйственно ценной продукции. Вынос азота значительно превышал то количество, которое поступало ежегодно

с удобрениями. Следовательно в создании урожая участвовал азот почвы и отмирающих растительных остатков (стерня, корни).

Травостой с преобладанием ежи сборной выносил с урожаем больше  $P_2O_5$  и особенно  $K_2O$ , но меньше  $CaO$ , чем с преобладанием мятлика лугового. Общее содержание зольных элементов во всей органической массе (наземной и подземной) выше в ежовом травостое, то есть потребность этого сообщества в удобрениях выше, особенно при поливе, чем мятликового.

Проверочный анализ почвы на 10-й год жизни трав показал, что при внесении ежегодно  $N_{100}P_{60}K_{90}$  степень обеспеченности почвы подвижными фосфатами и обменным калием (в слое 0—20 см) низкая и без полива и на поливе (6—7 мг  $P_2O_5$  и 7—9 мг  $K_2O$  на 100 г сухой почвы). При внесении только  $P_{60}K_{90}$ , когда сформировался травостой с высоким участием низовых злаков и белого клевера и с их урожаем выносилось меньшее количество зольных элементов, содержание  $P_2O_5$  и  $K_2O$  в почве увеличилось. Оно было очень высоким для  $P_2O_5$  (25 мг) на 100 г сухой почвы, для  $K_2O$  — средним (15 мг). Следовательно, на участке с внесением только фосфорно-калийных удобрений их дозы могут быть в дальнейшем значительно снижены или эти удобрения временно можно не вносить.

Полив способствует значительной мобилизации азота и зольных элементов растениями не только из вносимых удобрений, но и из почвы. На поливе и при внесении  $NPK$  вынос с урожаем увеличился в 1,5 раза и более по сравнению с внесением того же удобрения, но без полива. Закрепление в корнях зольных элементов тоже возрастало, но в меньшей степени (табл. 59).

Повышенная минерализация органического вещества в почве обусловлена активизацией деятельности бактериальной флоры и зоонаселения в условиях постоянно поддерживаемой оптимальной влажности верхнего слоя. Определение биологической активности почвы по количеству выделяемой углекислоты ( $CO_2$ ) показало значительное возрастание ее на поливаемых участках. Этим можно объяснить и снижение содержания гумуса на поливе по сравнению с неполивными участками, так как часть его вовлекается в биологический круговорот.

Общая масса корней на поливе, как правило, увеличивается, но большая часть их по сравнению с неполив-

Вынос с урожаем и закрепление в корнях азота и минеральных веществ травосмеси с ежой сборной на пятый год пастбищного пользования в зависимости от ухода (в кг с 1 га)

Элемент	Вынос с урожаем			Вынос (в %) от полива (±)	Закрепление в корнях			Закрепление (в %) от полива (±)	Содержание в урожае от общего количества в наземной части и корнях (в %)		
	по РК	по NPK	по NPK+полив		по РК	по NPK	по NPK+полив		по РК	по NPK	по NPK+полив
Азот	125	121	179	+48	238	215	202	-6	34	37	48
Зола	430	370	590	+60	630	460	530	+15	40	44	52
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	36	34	50	+47	58	49	64	+31	38	41	44
K <sub>2</sub> O	146	140	219	+56	52	50	85	—	—	—	—
CaO	69	43	63	+47	130	88	77	-13	35	33	45

Примечание. Вследствие вымывания значительной части K<sub>2</sub>O из корней при их отмывке от земли цифры содержания его в корнях имеют лишь некоторое сравнительное значение.

ными участками перемещается в приповерхностный слой (0—10 см) вследствие непрерывного образования молодых узловых корней при усиленном кущении злаков. На каждую единицу веса сухих корней при поливе приходится значительно больше наземной массы, чем без полива, то есть они более активно «работают» на урожай, так как наряду с большим образованием молодых узловых корней здесь изменяется и соотношение живых и отмерших корней в пользу первых вследствие более быстрого разложения вторых.

Сильное воздействие оказывает полив не только на почвенную среду и рост корней, но и на наземные условия внутри травостоя (фитоклимат). В опытах тех же исследователей выявилась более низкая освещенность и температура внутри травостоев на поливе вследствие более высокой их плотности, а отсюда и более высокой влажности воздуха.

При орошении сеяных пастбищ даже в Ленинградской области (Иванов, 1971) с ее более влажным климатом прибавка достигала 1500—2000 кормовых единиц с 1 га при оросительных нормах 1500—1800 куб. м воды (по 1,0—1,1 кормовой единицы на 1 куб. м).

В зависимости от применяемых дождевальных установок, расстояния от водосточника себестоимость 1 куб. м воды колеблется в довольно широких пределах (3—8 коп. и более). По мере повышения нормы воды снижается оплата ее прибавкой урожая корма. Поэтому важно наиболее экономично ее использовать, не допускать стока по поверхности, застаивания или, наоборот, просачивания за пределы корнеобитаемого слоя и др. При слабой водопроницаемости почвы поливную норму дают в несколько приемов после выпитывания каждой очередной порции воды или поливают по половинной норме с интервалом в несколько дней.

Для центральных областей европейской части СССР коэффициент водопотребления составляет примерно от 300 до 600 куб. м воды на 1 т сухого вещества, то есть для производства урожая в 10 т требуется затратить примерно 6000 куб. м воды (600 мм).

Если принять весенние запасы продуктивной влаги в верхнем слое почвы 500 куб. м и среднее количество полезных осадков в 3500 куб. м, то это количество (4000 куб. м) обеспечит на суходолах урожай в среднем около 65 ц с 1 га (при отсутствии питания растений грунтовыми водами). Для получения же 100 ц следует дать поливной воды на этот урожай дополнительно 2000 куб. м.

В более влажные годы оросительная норма будет меньше, в сухие—больше. Правильный режим орошения предполагает поддержание запаса воды в корнеобитаемом слое (обычно принимаемом на пастбищах в 30 см) на таком уровне, чтобы он не опускался ниже 65—70% полевой влагоемкости данной почвы. В опытах ВНИИК урожай сухой массы травосмесей из верховых злаков около 100 ц с 1 га был получен, когда полевая влагоемкость в течение всего пастбищного сезона на суглинистых почвах поддерживалась близкой к 100% полевой влагоемкости. Это, в свою очередь, требует постоянного (через 7—10 дней) контроля за состоянием влажности.

Режимом полива можно увеличивать или уменьшать долю тех или иных трав. Частые поливы небольшими нормами (150—200 куб. м воды на 1 га) лучше используют мелкоукореняющиеся клевер белый, мятлик луговой и другие низовые злаки, поэтому такой поливной режим рекомендуется на белоклеверно-мятликовых долголетних пастбищах. На травостоях с глубокоукореняющимися травами возможно более экономически выгодное

орошение — более высокими нормами (300—500 куб. м воды на 1 га), с большими промежутками между поливами. Из верховых бобовых клевер красный требует более частых поливов, чем люцерна. Принято считать, что 1 мм воды (10 куб. м) промачивает слой на суглинистой почве в 1 см, то есть при норме 300 куб. м воды на 1 га (30 мм) с надбавкой в 10—15% на потери при дождевании можно промочить слой 30 см. Более легкие почвы поливают меньшими нормами и с меньшими промежутками между поливами, чем суглинистые.

В опытах кафедры луговодства ТСХА (Коротков, 1967) наибольшая оплата урожаем 1 кг азота наблюдалась при дозе  $N_{180}P_{60}K_{90}$ . Однако с увеличением дозы азота до 240 кг на 1 га большая оплата единицы азота отмечена только при повышении дозы калия до 150 кг. Высокие дозы азотных и калийных удобрений на орошаемых пастбищах вносят дробно — ранней весной и после каждого стравливания. Более быстро они действуют при внесении в растворенном состоянии с поливной водой с помощью существующих приспособлений к дождевальным установкам.

Обобщение опыта устройства орошаемых пастбищ с высокими, но экономически оправдываемыми дозами азотных удобрений (200—250 кг азота на 1 га) в хозяйствах Московской области (Андреев, Афанасьев, 1970) показало, что себестоимость одной кормовой единицы составляет в среднем 2,8 коп. В других кормах в тех же хозяйствах она была значительно выше. Несмотря на большие затраты на орошение и удобрение себестоимость 1 ц молока на поливаемых пастбищах снижается, например, в совхозе «Заря коммунизма» — на 4—5 руб. Орошение пастбищ в этом хозяйстве позволило за три года увеличить производство зеленых кормов почти в 3 раза, а на пашне, освободившейся от посева культур на зеленый корм, выращивать сочные и грубые корма на зиму и продовольственные культуры.

При организации крупного промышленного комплекса в колхозе «Новая жизнь» Тульской области (лестепь) орошаемое пастбище организовано в кормовом прифермском севообороте, где выращивают культуры сочного корма на стойловый период, а также и овощи. Это позволяет полнее использовать дождевальные установки и снизить амортизационные расходы, ложащиеся на себестоимость кормовой единицы в траве.

**Осушение.** При устройстве культурных сенокосов на мелнирируемых землях лесной зоны уровень грунтовых вод поддерживают на высоте 60—75 см от поверхности почвы на низинных торфяниках, 75—85 см на тяжелых минеральных почвах и 60—50 см на супесчаных (для средней полосы этой зоны). При закладке сеяных пастбищ уровень грунтовых вод на протяжении пастбищного периода должен находиться ниже, а именно соответственно 70—90, 90—100, 60—70 см от поверхности.

В северных областях, где из-за низких температур лета и мерзлоты корни трав расположены ближе к поверхности, а торфа менее разложившиеся, уровень грунтовых вод поддерживают на 10—15 см выше.

Норма осушения достигается частотой расположения осушительных канав, а в ряде случаев и их углублением.

В настоящее время все большее распространение получает осушение дренажем (закрытыми канавами). Это позволяет сохранить для посевов всю осушаемую площадь (открытые канавы занимают обычно до 8—10%) и избежать засорения сорными травами, заселяющими откосы открытой осушительной сети. Облегчается также нарезка полей в севооборотах и разбивка загонов на пастбищах. Недостаток воды в почве, возможный во второй половине лета, возмещается путем перекрытия шлюзами устьев каналов. Задерживаемая шлюзами вода поступает в почву путем боковой фильтрации.

Повышение уровня грунтовых вод таким способом на многих торфах достигается в небольших размерах, поэтому наиболее совершенным способом двойного регулирования водного режима и здесь является дождевание. Для этого в верхней части осушаемого массива в ряде случаев необходимо строить водохранилища, откуда по мере необходимости вода через открытые шлюзы поступает в каналы. Забор воды дождевальными машинами идет из наполняемых водой каналов.

Небольшой пока еще опыт дождевания сеяных пастбищ, создаваемых на осушенных торфяниках, показывает высокую его эффективность и в этих условиях. Так, на осушенном дренажем низинном заболоченном лугу в Ленинградской области (Алексеева, 1970) орошалась смесь из клевера красного, тимopheевки и райграса многолетнего. В год посева давали 900 куб. м воды на 1 га, а на второй год — 1500 при поливной норме 300 куб. м воды на 1 га после каждого стравливания. По фосфорно-ка-

лийному удобрению без полива урожай сухой массы составил 32,9 ц с 1 га, а на поливе — 41,9, или на 1 куб. м поливной воды — 0,8 кг. При внесении дополнительно N<sub>90</sub> урожай вырос до 42,4 ц с 1 га без полива и до 54,7 ц на поливе, или на 1 куб. м воды — 1,03. На 1 кг азота без полива получено 10,6, на поливе — 14,2 кг сухой массы. Прибавка урожая сухой массы от полива составила 9 ц с 1 га (800 кормовых единиц с 1 га) по РК и 12,3 ц (1100 кормовых единиц) по NPK.

В украинском Полесье (Калинин, 1969) поливали дождеванием смесь из клевера белого, тимopheевки, овсяницы луговой, ежи сборной и костра безостого, высевную на низинном торфянике. Пастбище осушено открытыми каналами в сочетании с дренажем. Воду в распределительные каналы подавали из магистрального с помощью передвижной насосной станции. Поливная норма 250 куб. м воды на 1 га. Испытывали две оросительные нормы (табл. 60).

Таблица 60

**Эффективность полива сеяного пастбища**

Оросительная норма (в куб. м воды на 1 га)	Урожай зеленой массы (в ц с 1 га)	Себестоимость кормовой единицы (в коп.)
Без полива, 1-й год	361	—
750	407	1,4
1100	457	1,2
Без полива, 2-й год	246	—
250	267	1,4
750	331	1,6

При более высоких оросительных нормах урожай возрастал на 30%. Таким образом, и в этих условиях полив сеяного пастбища оказался достаточно эффективным. Он может быть более экономичным, если определять поливные нормы непосредственно по дефициту влаги в почве.

**Подсев бобовых трав в дернину**

На клеверо-злаковых краткосрочных (5—6 лет) пастбищах выпадающий клевер красный замещается клевером белым; урожайность пастбища снижается. Подсевом клевера красного можно поддержать урожай до конца



пользования травостоем. Такая же задача стоит и на клеверо-злаковых краткосрочных сенокосах. На долгодолетних пастбищах необходимость подсева возникает при массовом выпадении клевера белого из-за выедания его в мягкие зимы мышевидными грызунами, из-за притертой ледяной корки, при сильном изреживании от различных болезней (клеверный рак, фузариоз, бактериоз и др.), а также из-за длительного перетравливания пастбища.

При создании долгодолетних пастбищ во ВНИИК испытывали периодический подсев по дернине (вразброс) клеверов белого, розового или красного (Минина, 1958). Растения хорошо приживались только при подсевах их в критические годы жизни высеянных травосмесей: в конце первого этапа (за год до выпадения клевера красного) и в конце второго (при изреживании тимофеевки и овсяницы луговой на 5—6-й год жизни). По мере уплотнения травостоя (свыше 1500—2000 побегов, верховых злаков на 1 кв. м) подсев клевера белого (6 кг семян I класса на 1 га) не удавался.

Большое влияние на приживаемость клеверов оказывал видовой состав смеси. Эффект от подсева был выше на смеси со злаками верхового олистения, слабее кустящимися с весны (костер безостый, тимофеевка луговая) по сравнению со злаками, рано и обильно кустящимися и сильно затеняющими поверхность укороченными вегетативными побегами (ежа сборная, овсяница луговая). На травосмеси с господством мятлика лугового подсев бобовых не удавался вовсе. На менее плотных травостоях клевер белый обильно всходил в год посева, но в урожае содержался на второй год и существовал 2—3 года.

Прибавка урожая от подсева клевера белого на пятый год пользования травосмесью достигала в среднем за три последующих года от 18,3 ц до 35 ц с 1 га, в зависимости от плотности травостоя; наибольшего участия в травостое он достигал на второй год после подсева (до 30% по весу). Имело значение и происхождение семян — лодийский клевер (из УССР) практически не сохранился после первой же зимовки, в то время как эстонский (пастбищная форма) хорошо приживался.

Приживаемость клеверов белого, розового и красного повышалась при подсевах их ранней весной под перестилку навозом (тонким слоем поверхностно); такая пере-

стиллка оказывала мульчирующее действие и в то же время служила источником питания всходам бобовых.

Распространение клевера белого дикорастущего, так же как и сеяного, в большой степени зависит от плотности травостоя и метеорологических условий года. Так, на седьмой год пользования при ежегодном внесении фосфорно-калийного удобрения его участие в менее плотном травостое (с тимopheевкой и костром безостым) достигло 27% по весу, в то время, как в более плотном (с ежой сборной и лисохвостом луговым) — 20%.

Иллюстрацией сравнительного распространения клевера белого в разные по увлажнению годы по фосфорно-калийному удобрению при подсеве и без него служат учеты его количества на постоянных метровых площадках со 100 ячейками (табл. 61).

Таблица 61

Количество ячеек (в %) с растениями клевера белого при подсеве и без подсева на ежово-лисохвостно-овсянищевой смеси

Год учета	Без подсева	С подсевом
1-й после подсева	30	100
2-й	40	97
3-й	80	22
4-й	89	68
5-й	44	28

Примечание. Клевер белый эстонского происхождения высевался по 6 кг семян I класса на 1 га ранней весной; скот выпасался с года подсева клевера.

Подсев сделан на пятый год пользования пастбищем. Первые два года после подсева были умеренно влажными (влажность почвы держалась в течение вегетационного периода на уровне 50—60% полевой влагоемкости); третий год — влажный, четвертый — неравномерно влажный, а пятый — засушливый.

Первые два года клевер белый встречался во всех ячейках каждой учетной площадки. Количество его резко упало на третий год, когда сеяные формы выпадали, а дикорастущие еще не успели его заместить в травостое. Между тем на третий и четвертый влажные годы дикорастущий клевер белый на участке без подсева достигал наибольшего распространения. В сухой пятый год участие клевера снизилось на обоих участках, причем

в большей степени там, где ранее подсеивали культурный клевер белый. Последний задерживал вселение дикорастущего. В свою очередь, в годы высокого обилия клеверов сдерживалось разрастание кульбабы осенней. Этот нежелательный вид в пастбищном травостое в наибольшей мере (до 300 всходов на 1 кв. м) распространялся на участках с наименьшим участием клевера белого.

В районах Прибалтики и Северо-Запада с равномерными выпадающими и более обильными осадками, чем в центральных областях нечерноземной полосы, весенние подсевы клевера белого на долголетних, но перетравленных травостоях из низовых злаков более надежны (Сау, 1960; Иванов, 1967; Лепкович, 1966, и др.). На хорошо окультуренных почвах подсев клевера белого (3—4 кг на 1 га) повысил урожай на 114%, то есть более чем вдвое, а подсев клевера красного (6—8 кг на 1 га) — на 91%.

В более сухом климате лесостепного Зауралья (Раткевич, 1964) на сеянном пастбище, заложенном на короткопосевном лугу, испытывали подсев люцерны гибридной. Ее высевали дисковой сеялкой в клеверо-злаковые травосмеси за год до выпадения из них клеверов красного и белого, то есть весной на второй год пользования, и в чистые посевы злаков (6 кг на 1 га). В наибольшей степени она прижилась при посеве по рядовым посевам рыхлокустовых злаков и по корневищному костру безостому, не образовавшему сплошного покрытия. Слабее люцерна развивалась в посеве лисохвоста лугового и плохо — в травосмесях. Лучшая приживаемость ее отмечена в травосмесях из рыхлокустовых и худшая в смеси рыхлокустовых с корневищными — костром безостым или лисохвостом луговым (табл. 62). На плотном мятликовом травостое всходы подсеянной люцерны не выжили.

На более редких посевах прибавка от подсева люцерны превышала размеры дополнительного урожая, получаемого от внесения на те же травостои азотного удобрения в дозе  $N_{90}$  (по 45 кг весной и после первого стравливания). На более плотных травостоях эффективность азотного удобрения была значительно выше, чем подсев люцерны. Предварительное перед посевом дискование дернины, несколько снижая урожай в год посева, еще более повышало участие люцерны в травостое; на более изреженных травостоях — до 86% общего урожая.

Во ВНИИК на сенокосах с преобладанием злаков

Прибавки урожая пастбищного корма от подсева люцерны синегибридной (в среднем за два года после подсева)

Травы и их смеси	Прибавка урожая от подсева люцерны по РК		Прибавка урожая от внесения N <sub>2</sub> по РК	
	ц с 1 га	%	ц с 1 га	%
Тимофеевка луговая	49,6	87	44,8	77
Овсяница луговая	48,5	79	42,0	69
Костер безостый	53,3	70	45,3	59
Лисохвост луговой	35,6	43	46,8	57
Рыхлокустовые злаки	28,9	33	18,5	23
Рыхлокустовые злаки и лисохвост луговой	20,3	28	49,1	70
Рыхлокустовые злаки и костер безостый	19,7	26	58,6	79

(Любская, 1951) дисковой сеялкой подсеивали клевер красный и розовый (по 7,5 кг на 1 га) на третий год пользования травосмесью. К этому времени в ее составе содержалось 90% злаков, 7% клевера красного, 3% разнотравья. Дернину предварительно обрабатывали тяжелой луговой бороной. Лучшим оказался весенний срок подсева. Растения этого срока хорошо перезимовали, максимума участия (37% по весу) достигли на третий год после подсева. За три года бобовых было собрано на 15,1 ц с 1 га больше, чем на участке без подсева. Прибавка общего урожая травосмеси от подсева достигла за три года 12—15%, но главный выигрыш — в увеличении сбора протеина.

На травосмеси из клевера красного, тимopheевки и овсяницы луговой (Калининская опытная станция) подсев клевера красного после двух лет пользования давал хорошие результаты при интенсивном дисковании с осени и раннем весеннем затем подсеве его по полной норме. По фосфорно-калийному удобрению средние за 5—6 лет урожаи составляли около 45 ц с 1 га со средним в них содержанием клевера 40—50%. Рекомендуются такие подсевы и на сеяных сенокосах, устраиваемых в редколесьях Западной и Восточной Сибири (Зюско, 1968).

Таким образом, подсевы бобовых наиболее успешны в естественно или искусственно изреженные травостой на

некислых почвах; оптимальный срок — ранневесенний по фосфорно-калийному удобрению. Во избежание угнетения всходов клеверов злаками применяют в год подсева ранний укос, а на пастбищах подтравливание скотом.

Успех подсева в большой мере зависит и от метеорологических условий весны (температура, влажность почвы), а также и предшествующей осени (сухая осень ограничивает кущение злаков). Бобовые в большинстве случаев дают более высокий урожай при высеве в составе травосмеси на хорошо подготовленной почве, чем при подсевах даже в продискованную дернину. Поэтому в каждом конкретном случае вопрос о целесообразности подсева должен рассматриваться всесторонне. На многолетних пастбищах этот прием может быть оправдан: а) при полном выпадении клевера белого по тем или иным причинам; б) после применения гербицидов на участках с большим количеством в травостое нежелательных трав.

В других случаях участие клевера белого успешно регулируется приемами удобрения, сроками и частотой стравливания травостоя, а также поливами. На краткосрочных пастбищах при хорошем разрастании злаков, образовавших достаточно плотную дернину, целесообразнее поддерживать урожай до конца пользования применением азотного удобрения дополнительно к фосфорно-калийному, чем подсевом бобовых.

На краткосрочных сенокосах наиболее надежен подсев клеверов или люцерны в травосмеси с рыхлокустовыми злаками (за исключением ежи сборной); при этом плотность травостоя уменьшают предшествующим осенним дискованием.

Следует учесть, что краткосрочные бобово-злаковые пастбища будут основными на большой территории суходолов за Уральским хребтом. Для этих условий еще не подобраны травы с высоким продуктивным долголетием при выпасе скота. Самосев клевера белого и низовых злаков не имеет здесь практического значения. Для подсева на бобово-злаковых пастбищах наиболее пригодны клевер красный (в клеверосеющих зонах) или люцерна (в люцерносеющих зонах). Азотное удобрение здесь на суходолах из-за недостатка влаги не дает надежных результатов.

## Удаление нежелательных трав из состава травостоя

На высокопродуктивных сенокосах и пастбищах, особенно при орошении, где растения обеспечены сбалансированным по всем элементам питанием, участие малоценных злаков и разнотравья, как правило, невелико (3—5% по весу). Вселяются самосевом мятлики луговой, болотный, обыкновенный, пырей ползучий и другие ценные злаки.

Наибольшее распространение разнотравье и малоценные злаки (полевица обыкновенная, мятлик однолетний и др.) получают с годами при малых, средних, а также неуравновешенных дозах удобрений, при необеспеченности культурных трав водой или, наоборот, при затяжном избыточном увлажнении (щучка дернистая). Текущий уход — подкашивание несъеденных остатков трав (по мере необходимости) и осеннее разравнивание кала по окончании пастбы — в известной мере уменьшает очаги распространения нежелательных трав, но питна мочи животных (азотно-калийное удобрение) способствует распространению некоторых видов разнотравья и злаков (тысячелистник, кульбаба, овсяница красная и др.), особенно при низком стравливании пастбища.

К нежелательным травам относят не поедаемые скотом (сурепка обыкновенная, шавели, лютик едкий и др.), плохо поедаемые (лапчатка, лютик ползучий, черноголовка обыкновенная, подорожник большой и др.) или поедаемые животными, но малоурожайные (манжетка обыкновенная, подорожник ланцетолистный, цикорий обыкновенный, тмин, тысячелистник, одуванчик лекарственный, кульбаба осенняя и др.). Выше отмечалось, что в небольшом количестве (до 10—15% по весу) разнотравье повышает поедаемость пастбищной травы и служит источником зольных элементов (в том числе микроэлементов) и тонизирующих веществ для животных.

Значительное участие разнотравья свойственно долголетним сеяным пастбищам на суходолах, удобряемых только фосфорно-калийным удобрением. Перевод таких травостоев на 1—2 года под сенокос и полное удобрение улучшают их ботанический состав.

На краткосрочных сенокосах и пастбищах особенно важна своевременная достаточная подкормка злаков азотным удобрением для усиления их кушения в год из-

реживания клеверов. Всходы многих дикорастущих трав появляются уже в первые годы посева; они длительное время могут существовать в неразвитом состоянии под плотным пологом культурных трав. Однако они быстро занимают пространство при снижении плотности культурного травостоя. С каждым новым ослаблением по тем или иным причинам плотности доля их участия с годами возрастает, составляя половину и более урожая. Например, на седьмой год пользования пастбищем (ВНИИК) количество растений разного возраста кульбабы осенней на 1 кв. м перед уходом в зиму изменялось в зависимости от плотности травостоя следующим образом (табл. 63).

Таблица 63

Число растений кульбабы осенней на 1 кв. м в зависимости от плотности травостоя на пастбище (смесь из тимopheевки, овсяницы луговой и коостра безостого) (Минина, 1960)

Ежегодное удобрение	Урожай сухой массы (в ц с 1 га)	Число побегов злаков	Число растений кульбабы осенней
Фосфорно-калийное	34	849	361
Полное минеральное	60	2109	121

Количество всходов кульбабы возрастает после сухих лет, когда доля клевера белого в травостое падает. Хорошее разрастание клевера белого, наоборот, ограничивает рост и развитие растений кульбабы.

Кульбаба осенняя (рис. 14) — кистекорневой многолетник. Цветет с конца июля до заморозков. Из семян развивается по типу озимых, образуя к зиме розетку. С возрастом основание розетки разрастается («каудекс» — образование, промежуточное между корнем и корневищем). На нем может быть до 15 отдельных розеток, покрывающих до 25—40 см площади (Котт, 1969). Каждый цветонос несет до 3—4 корзинок цветов и более. Этим обусловливается огромный коэффициент ее размножения. Удалять ее следует солями и эфирами 2,4-Д с одновременным применением полного удобрения, стимулирующего кущение злаков; в ряде случаев необходимо временно применять позднее скашивание травы.

Если кульбаба осенняя характерна для почв с невысокой обеспеченностью (прежде всего азотом), то второй широко распространенный на долголетних пастбищах



Рис. 14. Кульбаба осенняя.

засоритель из разнотравья — одуванчик лекарственный — приурочен к более богатым почвам, хорошо известкованным. Массовое цветение его весной совпадает с начальным сроком выпаса животных на культурных пастбищах (фаза кущения злаков и начала трубкования). Он также обладает высоким коэффициентом размножения и мало уступает злакам в реакции на азотное удобрение. При снижении плотности травостоя количество всходов и растений одуванчика разных возрастов увеличивается. Последовательное повторение таких «волн» вселения способствует все большему его распространению и прогрессирующему обсеменению. Основное средство борьбы с ним, испытанное в Эстонии (Адоян, 1964) и на Калининградской опытно-мелиоративной станции (Казанцев, 1970), — опрыскивание гербицида-



ми. Хорошие результаты получены от применения аминной соли или бутилового эфира 2,4-Д.

Второй злостный сорняк на многих, особенно вновь осваиваемых, землях — щучка дернистая. Плотные пастбищные травостой ограничивают ее разрастание. Например, в хозяйстве Иыгева (Адоян, 1964) на седьмой год пастбищного пользования в загонах, засеянных клеверо-тимофеечной смесью, щучка составляла в урожае 7%, а в мятликовых травостоях — только 0,4%. При большом же вселении растений щучки и мощном их разрастании приходится участок перепаживать и залужать вновь; в этом случае желательно несколько лет возделывать однолетние культуры.

Следует учесть, что применение производных феноксиксусных кислот 2,4-Д отрицательно действует не только на разнотравье, но и на бобовые. Поэтому наиболее целесообразно пользоваться этими гербицидами для уничтожения кульбабы и других видов разнотравья на пастбищах, удобряемых полным удобрением, а на пастбищах с клевером белым — в годы наименьшего его участия с последующим подсевом. Лучшее время для опрыскивания — период активного роста удаляемых трав (в фазе розетки или стеблевания) в дозах 0,75—1 кг на 1 га (рабочей жидкости 500—600 л для тракторного опрыскивания).

К текущим мерам ухода за пастбищами, улучшающим поедаемость травы, относят подкашивание остатков несъеденной травы и разбрасывание кала. Подкашивание после каждого цикла пастбы рекомендовалось на основании единичных опытов, проведенных преимущественно на природных травостоях, чтобы избежать обсеменения и разрастания плохо поедаемых и сорных трав. В опытах В. Мельничука, В. Виленц и В. Пачковской (1970) на разного типа сеяных травостоях выявилось, что частое подкашивание остатков на пастбищах с преобладанием верховых злаков приводит к изреживанию их и смене менее ценными травами; его следует проводить только при большом количестве остатков и на высоту 5—6 см. Целесообразно для этой цели применять кормоизмельчитель (КИК-1,4) с оставлением измельченных остатков травы на месте.

При порционном выпасе на сложившихся пастбищных травостоях, как правило, стравливается до 90% отросшей травы и подкашивания не требуется.

По данным Литовского научно-исследовательского института земледелия (1971), скашивать остатки следует не позднее чем через 3—4 дня после перегона животных на следующий загон. Запаздывание на неделю снижало урожай двух последующих отав; при этом уменьшалась доля злаков, а участие разнотравья и белого клевера несколько возрастало.

Разбрасывание кала после пастбы дает положительный эффект на пастбищах средней продуктивности (2000—3000 кормовых единиц с 1 га). На высокопродуктивных пастбищах при высокой плотности выпаса и мелкозагонной системе (или на порционном участке) животные оставляют большое количество «лепешек» кала; при разбрасывании их загрязняется большая площадь и поедаемость травы при следующем очередном стравливании снижается. Поэтому на таких пастбищах рекомендуется разбрасывать кал только после последнего цикла пастбы. Х. Дейвис (1970, Англия) отмечает, что если настойчиво выпасать скот при большой его плотности в течение 2—3 сезонов, то животные поедают траву лучше, привыкая к траве, выросшей на густо разбросанных пятнах кала. В то же время и экскременты быстрее разлагаются из-за возрастающей деятельности почвенной микрофлоры и фауны. На орошаемых пастбищах кал быстро минерализуется и промывается, поэтому загрязнения и ухудшения вкусовых качеств корма не наблюдается.

В настоящее время основные способы использования сеяных лугов следующие: 1) двуукосный на сено со скашиванием первого укоса в фазе начала или полного цветения основных злаков (второй укос часто убирают на силос); 2) трех-четыреукосный с использованием преимущественно на травяную муку или сенаж; первый укос в фазе колошения; 3) пастбищный с началом стравливания в фазе кущения (3—5 циклов выпаса в загонной системе)

### ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ПОЛЬЗОВАНИЯ НА ТРАВОСМЕСИ ИЗ ВЕРХОВЫХ ЗЛАКОВ

При современном широком распространении смесей из верховых трав важно выяснить реакцию основных их видов на тот или иной способ использования. С этой целью во ВНИИК (Минина, 1958) на дерново-подзолистых суглинистых почвах суходолов действие названных приемов изучали на двух травосмесях: одной — из раноцветущих злаков ежи сборной и лисохвоста лугового, второй — из поздноцветущих тимopheевки и костра безостого; в обе смеси была включена средняя по сроку цветения овсяница луговая.

Ежегодно весной вносили полное удобрение по 60 кг действующего вещества каждого удобрения на 1 га. Выпас проводили при плотности 40 коров на 1 га (100 коров в загоне — 2,5 га) по четыре цикла ежегодно.

По сумме урожаев за три года (табл. 64) ежово-лисохвостная смесь дала одинаковые урожаи при использовании на сено и на выпас, снизив его при трехкратном скашивании на 10%; тимopheечно-костровая снизила урожай при трехукосном использовании на 22% и несколько более при выпасе — на 27%. При укосных режимах она дала более высокий урожай сухого вещества, чем ежово-лисохвостная.

Ежово-лисохвостная травосмесь, наоборот, при выпасе дала урожай выше первой смеси. Протеина в обеих смесях с единицы площади при всех способах использо-

**Влияние способа использования на урожай травосмесей разного ботанического состава**

Показатель	Ежово-лисохвостная травосмесь			Тимофеечно-костровая травосмесь		
	2 укоса	3 укоса	выпас	2 укоса	3 укоса	выпас
Урожай воздушносухой массы в сумме за три года (в ц с 1 га)	191,8	171,0	187,8	243,2	189,6	178,5
То же (в %)	100	90	98	100	78	73
Сбор протеина в среднем в год (в ц с 1 га)	6,0	6,7	9,0	5,7	6,7	8,5
То же (в %)	100	111	150	100	117	150

Последствие на 4-й год пользования травами по NPK

Урожай сена после трех лет различного пользования (в ц с 1 га)	67,8	58,0	72,9	62,3	60,1	58,6
В том числе урожай сеяных трав	64,3	52,3	70,9	54,3	44,9	47,7
То же (в %)	100	82	110	100	83	88

Последствие на 4-й год без подкормки удобрениями

Урожай сена (в ц с 1 га)	40,1	39,2	57,8	49,3	40,4	40,2
То же (в %)	100	99	144	100	82	82

вания собрано практически одинаковое количество, причем наибольшее (8,5—9 ц с 1 га) — при выпасе. Последствие разных режимов на ботанический состав и урожай травосмесей учитывали при внесении того же полного удобрения и параллельно без удобрений. Травы при этом скашивали в фазе цветения овсяницы луговой.

На четвертый год при внесении удобрений урожай ежово-лисохвостной травосмеси после трехлетнего выпаса не уступал урожаю после двуукосного использования (+10%), но был выше, чем после трехукосного, на 18%. Содержание ежи сборной в травостое достигало 85% после выпаса, 80% после двуукосного и 70% после трехукосного использования.

На участке, где удобрения на четвертый год пользования не были внесены, урожай снизился после укосных режимов до 40 ц с 1 га и удержались на уровне 60 ц

с 1 га после выпаса (снижение в первом случае на 40% во втором — на 20%).

Урожай тимopheчно-костровой смеси на четвертый год при внесении удобрений получены близкими после всех режимов (59—62 ц с 1 га); но в ботаническом составе после трех лет пастьбы преобладала овсяница луговая (свыше 50%), в то время как при скашивании — костер безостый (60% при трех и 75% при двух укосах). В эту травосмесь в большей степени, чем в ежево-лисохвостную, вселились дикорастущие травы.

На участке без удобрений урожай снизились при более интенсивных формах использования до 40 ц с 1 га (трехукосное и выпас), в меньшей степени при двух укосах — 49 ц с 1 га (на 30% в первом и на 20% во втором случае).

Положительная реакция ежи сборной на выпас проявлялась в повышении кустистости, а в этой связи в большей массе корней на этом участке. Содержание водорастворимых углеводов при пересчете на куст ежи было более высоким на выпасе, чем при других способах использования; у костра безостого оно было наиболее высоким при двух укосах.

Наряду с биологическими особенностями побегообразования ежи сборной (преобладание укороченных вегетативных побегов), ее разрастанию способствовали быстрые темпы использования дополнительного удобрения — твердых и жидких экскрементов пасущихся животных. В оставляемых за лето твердых экскрементах (разбрасываемых после каждого цикла) содержалось около 60 кг азота на 1 га. Реакция почвы (pH) непосредственно под калом повышалась до 6,25; средний показатель на пастбищном участке на четвертый год пользования травостоем составил 5,7—5,8, а на скашиваемом — 5,2—5,5.

На пастбище отмечено большее уплотнение почвы. Изменение почвенной среды обусловило на нем значительно меньшее (в 3 раза) распространение в почве проволочника (личинки жука-щелкуна) — одного из главных вредителей, подгрызающих корни трав.

Следовательно, видовой (и сортовой) состав травосмесей определяет их реакцию на тот или иной способ использования; наибольшая продуктивность той или иной смеси проявляется при определенном, наиболее соответствующем ей режиме пользования.

Для многоукосного использования более пригодны верховые злаки с большим количеством генеративных и удлиненных побегов. При более высоком уровне удобрений следует включать в травосмесь и ежу сборную. Продуктивное долголетие трав при интенсивном укосном использовании, очевидно, ограничивается 5—6 годами.

Здесь, как и при реакции трав в смешанных посевах на удобрение или орошение, на тот или иной режим использования прежде всего реагирует вид, наиболее цено-тически активный в складывающихся агроэкологических условиях. Сопутствующие виды характеризуются не прямой реакцией на тот или иной прием; их урожай стоит в обратной зависимости от степени реакции ведущего компонента. Так, в приведенном выше случае (табл. 64) доля лисохвоста лугового и овсяницы луговой возрастала при трехукосном использовании, где ежа сборная разрасталась слабее, чем при выпасе. В другой смеси овсяница луговая, наоборот, разрасталась сильнее на выпасе, отрицательно влияющем на разрастание костра безостого.

В более ранних опытах на семи различных травосмесях, включавших и низовые злаки, при пастбищном использовании (при восьмизагонной системе и преимущественно фосфорно-калийном удобрении) на бедных дерново-подзолистых почвах из-под леса после двух лет предварительных культур урожай был выше, чем при двухукосном использовании (30—35 ц сухой массы с 1 га против 20—25). Травостон под выпасом отличался более высокой плотностью по сравнению с сенокосным. В опытах ряда исследователей получены и обратные результаты. Они относятся к травосмесям, в которые не включались виды, быстро реагирующие кущением на частое отчуждение, особенно если их высевали на сухих почвах. Так, в опытах А. В. Андреева на Полтавской сельскохозяйственной опытной станции (1952) при посеве смеси люцерны с овсяницей луговой и костром безостым урожай после двух лет выпаса достигал 71,7 ц с 1 га, при скашивании на зеленый корм — 67,9 и на сено — 69,4 ц с 1 га, то есть был практически одинаковым. Смесь тех же злаковых компонентов с эспарцетом гибридным наименьший урожай дала при пастбе — 13,7 ц с 1 га, наибольший — при скашивании в фазе цветения эспарцета на сено — 45,8 и средний — 39,2 ц сухой массы с 1 га при скашивании на зеленый корм (первый укос

в фазе бутонизации). Соответственно урожаям изменялось и количество корней в почве.

При посеве на смытых бедных почвах на той же опытной станции (Кононович, 1954) урожаи смеси люцерны синей с костром безостым или с другими злаками наибольшими были при скашивании на сено (38,9 ц с 1 га), а наименьшими при выпасе (20,8 ц с 1 га) и скашивании на зеленый корм (20,7 ц с 1 га). Культурные травы при выпасе вытеснялись мятликом узколистным и пыреем ползучим.

Значение достаточного для отрастания трав азотного (на суходолах) питания в реакции на режимы пользования выявилось в опытах А. В. Колосовой (1955). При внесении  $N_{90}P_{60}K_{90}$  (азотное удобрение дробно) сухой массы на выпасаемом участке получено 51,4 ц с 1 га, а на сенокосном больше — 57,6; при увеличении в следующем, более влажном году дозы азотных удобрений до  $N_{120}$  урожай соответственно достиг 92 и 88 ц с 1 га.

В пятилетних опытах А. В. Колосовой установлено, что наибольший урожай дает ежегодная смена пастбы со скашиванием в фазе цветения (в сумме за пять лет 398 ц сухой массы с 1 га против 294 при ежегодном выпасе и 340 при ежегодном скашивании на сено).

На долгодетных пастбищах с большим засорением розетковым разнотравьем при ослаблении кущения тех или иных злаковых трав средством улучшения ботанического состава может служить перевод травостоя на 1—2 года под сенокос. Ежегодно такую смену проводят на загонах последовательно. Естественно, что разные травы реагируют на такую смену режимов неодинаково. В опытах ВНИИК (И. П. Минина, А. Д. Ковалева, 1965—1967) для регулирования ботанического состава, снижения доли несеяных трав (особенно разнотравья), повышения доли тех верховых злаков, которые наиболее угнетаются долгодетним выпасом, травосмеси разного ботанического состава после семи лет непрерывного выпаса два года использовали как двукосный сенокос. В наибольшей степени при такой смене возросло участие в травостоях лисохвоста лугового и тимopheевки.

Распространение в стране новой прогрессивной технологии приготовления кормов из травы (сена путем активного вентилирования, сенажа, травяной муки и др.) вызывает необходимость обеспечить работающие агрегаты высококачественным сырьем на протяжении всего веге-

тационного периода. Это достигается (наряду с использованием и других культур) повышением числа укосов, доз удобрений, особенно азотных, и подбором видов трав, наиболее устойчивых при многоукосном использовании и быстро реагирующих на удобрение. Оптимальное число укосов и продолжительность пользования сеяным лугом остаются пока еще окончательно не установленными.

Долголетний опыт на природных костровых лугах в пойме реки Оки (Терехова, Павлов, 1971) показал, что при пятилетнем трех- и четырехукосном скашивании (первый укос до начала цветения) сухой массы с 1 га собирали значительно меньше, чем при двухукосном (первый укос в фазе цветения костра безостого). Так, по  $P_{60}K_{60}$  в среднем за пять лет получено при двухукосном 60, трехукосном — 42, четырехукосном — 31 ц сухой массы с 1 га; по  $N_{120}P_{60}K_{60}$  соответственно 102, 78 и 57 ц с 1 га. Содержание протеина по полному удобрению изменялось так: 10; 14,9 и 18,4%, а сбор с 1 га составил соответственно 11,4; 9,4 и 10,6 ц. Следовательно, качество сырья повышалось при трех- и четырехукосном использовании, но сбор кормовых единиц и протеина с 1 га падал. Повышение дозы азота до 180 кг на 1 га не изменило положения.

С увеличением числа укосов изреживался костер безостый, возрастала доля разнотравья.

Изучение различного порядка чередования по годам числа укосов показало, что сбор сухого вещества и протеина с 1 га можно значительно увеличить, применяя следующий четырехлетний оборот укосов: первый год — 2, второй — 3, третий 1 (в поздние сроки), четвертый — 3 укоса с  $N_{180}P_{60}K_{60}$  ежегодно. При четырех укосах доза азота должна быть увеличена — в данном опыте до 240 кг на 1 га. В этих случаях урожай сухой массы в среднем за четыре года не уступал урожаю, полученному при двух укосах по  $N_{120}P_{60}K_{60}$  (около 100 ц сухой массы с 1 га), а сбор протеина был выше — 16,7 ц с 1 га при четырех укосах, 13,5 — при трех и 10,6 — при двух укосах.

Введение таких «укусооборотов» во времени и в пространстве неизбежно приводит к комбинированному использованию сеяного долголетнего луга, то есть к последовательному получению с одних и тех же участков сена, сенажа, травяной муки и силоса. Практика комбиниро-



ванного использования травяных полей в севооборотах издавна существует в фермерских хозяйствах США (на сено, выпас, силос и другие цели).

#### **ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ПОЛЬЗОВАНИЯ НА АГРОНОМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ**

Влияние правильного выпаса в загонной системе на агрономические свойства почвы изучали многие опытные учреждения, главным образом на посевах первых лет. Было установлено, что выпас сильно уплотняет все почвы (сравнительно с укосным использованием); снижается порозность и аэрация, уменьшается водопроницаемость. При наиболее интенсивной пастбище снижаются в почве запасы влаги, доступной растениям, на пониженных участках, особенно с близким стоянием грунтовых вод, наоборот, повышаются. Несмотря на отмечаемое ухудшение физических свойств почвы, количество подвижных питательных веществ (N, P, K) под выпасом возрастает как вследствие прямого (экскременты животных), так и косвенного его воздействия на почвы (усиление микробиологической деятельности, установленное по интенсивности выделения из почвы углекислоты). Повышенная минерализация органического вещества и большой вынос с урожаем азота обуславливают, с одной стороны, меньшее образование в почве гумуса на пастбище, чем на сенокосе, а с другой — повышенную потребность в азотных удобрениях.

В специальных полевых опытах во ВНИИК выяснилось, что уплотнение почвы до известной степени не влияет на урожай культурных верховых злаков, а низовые (мятлик луговой и овсяница красная) на него реагируют даже положительно. Сильное уплотнение до создания анаэробных условий в почве хорошо переносила только щучка дернистая (при достаточном содержании в почве пищи).

Более детальные исследования микрофлоры (Виноградова, 1965; Гурфель, 1960, и др.) показали, что для долголетних пастбищ (10—15 лет и более) характерна высокая биологическая активность. Основные физиологические группы микроорганизмов (аэробные целлюлозные, нитрифицирующие, клостридий, денитрифицирующие и др., кроме азотобактера) развиваются так же интенсивно, как и на культурных старопахотных землях.

От этого зависит и устойчивость урожаев долголетних пастбищ. По учетам Х. Я. Вяляюте на Вяндраской опытной станции (Эстония), при невысоких ежегодных дозах удобрений ( $N_{20-30}P_{40}K_{40}$ ) продуктивность их повышалась с возрастом — до 15 лет. На каждом загоне скот держали в каждом цикле не более трех дней (табл. 65).

Таблица 65

Продуктивность загонов культурного пастбища (по зоотехническому методу) в зависимости от возраста

Показатель	Возраст (в годах)					
	1—5	6—10	11—15	16—20	21—25	26—30
Число учтенных загонов	112	63	33	12	24	30
Сбор кормовых единиц с 1 га	1877	2160	2300	2254	2114	2124
То же (в %)	100	115	123	120	113	113

Содержание гумуса к шестому году возрастало с 2,31 до 2,42%. На 15—20-летних пастбищах оно было выше, чем на смежной пашне (в слое 0—20 см), на 0,19—0,79%.

С возрастом травостой при принятых дозах удобрений все более уплотнялся низовыми злаками и клевером белым. Поэтому в засушливые годы урожай на старых загонах был ниже, чем на молодых с высокой долей верховых злаков в их травостоях. В Голландии наблюдалась такая динамика продуктивности сеяных райграсово-мятликовых пастбищ с возрастом: с пятого по девятый год — 68% от урожая первого пятилетия, с 9-го по 19-й год — 84% и после 20 лет — 97%.

Значительно меньше проведено наблюдений за изменениями среды на долголетних сеяных сенокосах. По данным ВНИИК (Федорова, 1966), на ежегодно удобряемых долголетних сенокосах накопление органического вещества в почве происходит в большем количестве при полном удобрении (с 2,58 до 3,21% в слое 0—20 см на 13-м году пользования). На этом фоне в травостое преобладали верховые злаки и в почве накапливалось больше корней. При всех других сочетаниях удобрений на дерново-подзолистых почвах в травостое преобладали низовые злаки и разнотравье. Масса корней в почве и содержание органического вещества увеличивались значительно меньше по сравнению с контролем.

Важно отметить, что по полному удобрению повышалось и качество гумуса; содержание в нем азота возросло с 0,16 на неудобренном до 0,21 % по NPK.

Урожай неудобренного луга снижался с годами (с 29 до 15 ц с 1 га), в то время как по полному удобрению ( $N_{80}P_{60}K_{60}$ ) он держался 16 лет на уровне 50 ц сена с 1 га. Общая порозность почвы под долголетним сенокосом оказалась высокой (50—62%), количество углекислоты не превышало 0,7%, а кислорода содержалось в течение вегетационного периода не менее 20%. Таким образом, почвенная среда была вполне благоприятной для биохимических процессов.

Следовательно, на долголетних пастбищах и сенокосах при средних дозах удобрений поддерживаются достаточно хорошие физические условия для растений, микроорганизмов и зоонаселения (биоценоз), обеспечивающие устойчивые урожаи: на пастбищах 2500—3000 кормовых единиц с 1 га и на сенокосах до 50—60 ц сена с 1 га.

Итак, физические свойства почвы в первые годы после посева трав под выпасом ухудшаются. Затем по мере нарастания органического вещества, находящегося на разных стадиях гумификации и минерализации, порозность и аэрация возрастают, плотность почвы уменьшается. Объемный вес почвы после увеличения его в первые годы в дальнейшем значительно снижается. Изменяется в этой связи и состав почвенного населения. Возрастает с увеличением содержания мертвого органического вещества в почве количество дождевых червей, перерабатывающих его в гумус. Количество их экскрементов на 1 га старого пастбища может достигать очень больших величин: по Вуазэну, 52—57 т (1959). Оно в 10 раз больше, чем в первый год после посева трав (Evans, 1948). Сакс (1953) подсчитал, что вес дождевых червей на культурной пашне (в среднем 500 кг на 1 га) в 4 раза меньше, чем на культурном долголетнем пастбище (2000 кг на 1 га). В то же время они составляют лишь часть огромного почвенного населения, характерного для долголетних пастбищ. На посевах трав (особенно высевных после возделывания однолетних культур) требуется ряд лет для формирования того почвенного населения, которое создает положительные агрономические свойства среды, в свою очередь, определяющие устойчивые высокие урожаи долголетних травостоев.

Снижением количества полезного микронаселения и ухудшением физических свойств почвы в первые годы после посева объясняется, что даже применением азотных удобрений после выпадения клеверов и малолетних райграсов не всегда удается поддержать урожай в этот период на первоначальном уровне («голодные годы», по терминологии зарубежных луговодов).

Степень населенности почвенными беспозвоночными стоит в тесной связи с содержанием гумуса. Так, по М. С. Гилярову (1965) при содержании в слое 0—16 см 5,45% гумуса количество крупных беспозвоночных на 1 кв. м достигало 52, в том числе 32 дождевых червя; мелких членистоногих — 33 000, в то время как на почве с содержанием 2% гумуса соответственно 18,6 и 12 000.

На основе зарубежных и отечественных данных М. С. Гиляров установил высокую зависимость между почвенным плодородием и количеством и видовым составом зоонаселения (за исключением вредящих растениям личинок жуков-щелкунов, хрущей, долгоножек и других вредителей).

Таким образом, на пастбищах при правильном режиме пастбы и систематическом уходе за травосмесью под влиянием взаимодействия растений, почвенного населения и выпасаемых животных складывается относительно уравновешенный биоценоз высокого продуктивного долголетия.

Устойчивые культурные пастбища (мятликово-бело-клеверные) достаточно широко распространены в Прибалтийских республиках и за рубежом.

## УСЛОВИЯ ПРОДУКТИВНОГО ДОЛГОЛЕТИЯ ТРАВ НА ПАСТБИЩАХ

---

В хозяйствах центральных областей лесной зоны нет еще такого положительного опыта в создании долголетних пастбищ, как в хозяйствах Прибалтийских республик. Поэтому важно установить, при каких условиях правильный пастбищный режим формирует долголетние высокопродуктивные сообщества, как на него реагируют основные виды в травосмесях. Важно также выявить эффективность пересева (повторного посева) при ослаблении травостоя (к пятому году пользования) сравнительно с долголетним использованием.

В опытах ВНИИК (И. П. Минина, 1952—1963 гг.) после шести лет пастбищного пользования половина площади, засеянной двумя травосмесями, была перепашана. На ней посеяли те же смеси под покров овса на зеленый корм. Под посев внесли по 20 т навоза на 1 га и фосфорно-калийное удобрение ( $P_{30}K_{60}$ ). Со следующего года на новых посевах и на нераспаханных участках выпасали скот. Те и другие ежегодно, как и до распашки, удобряли — половину площади фосфорно-калийными удобрениями ( $P_{30}K_{60}$ ), а половину полным ( $N_{30}P_{30}K_{60}$ ).

В состав первой смеси (ранней) входили ежа сборная (6 кг кондиционных семян на 1 га), овсяница луговая (5), лисохвост луговой (3) и клевер белый (6); в состав второй (поздней) — тимофеевка (4), овсяница луговая (5), костер безостый (6) и клевер красный (4).

К году перепашки в травостое первой смеси господствовала ежа сборная (около 60% по РК и около 80% по НРК). Во второй смеси половину травостоя (50—60%) составляли внедрившиеся под выпасом самосевом мятлики луговой, полевица обыкновенная, пастбищное разнотравье, а по РК и клевер белый. За последующие четыре года после пересева на фоне ежегодного фосфорно-калийного удобрения получены более высокие урожаи обеих травосмесей и сборы протеина (табл. 66).

Это превышение произошло в основном из-за обильного участия в травостоях вновь высеянных клеверов. На фоне ежегодного полного удобрения новый посев не по-

Таблица 66

Продуктивность долголетнего и пересейного на седьмой год пользования травостоя (в среднем за четыре года после посева)

Вид пастбища и удобрение	Урожай сухой массы		Сбор кормовых единиц с 1 га	Сбор сырого протеина (в ц с 1 га)
	ц с 1 га	%		
Ранняя смесь				
РК				
Долголетнее	43,7	100	3060	5,9
Перезалужение	49,9	114	3490	6,8
НРК				
Долголетнее	75,5	100	5290	12,3
Перезалужение	73,1	97	5120	11,9
Поздняя смесь				
РК				
Долголетнее	40,9	100	2860	5,1
Перезалужение	49,2	120	3450	6,1
НРК				
Долголетнее	82,8	100	5790	13,1
Перезалужение	75,8	92	5300	12,1

Примечание. 1 кг сухой массы равен 0,9 кормовой единицы при 80% использованной скотом травы.

лучил преимущества перед долголетним пастбищным использованием; на последнем травостой был значительно более плотный.

Химический анализ травостоев (долголетнего на 10-й год жизни пастбища и нового на второй год жизни) не выявил существенных различий в минеральном составе как ежи сборной отдельно, так и травосмесей в целом, за исключением повышенного содержания кальция в новых смешанных посевах вследствие наличия в них клевера красного (табл. 67).

Себестоимость кормовой единицы в траве на долголетнем пастбище была близкой к себестоимости ее на перезалужении (0,6—0,8 коп. по прямым затратам).

На долголетних пастбищах при ежегодном полном удобрении урожай превышали на 80—100% урожай, полученные по РК. На вновь засеянных участках эта разница была значительно меньше (превышение на 45—50%) в результате более высокого участия клевера в первые два года после посева.

Минеральный состав травостоев по NPK на пастбищах разной продолжительности использования (в % на воздушносухое вещество в среднем за три цикла срастания)

Травостой	Год жизни	Ca	Mg	K	Na	P
Смешанный, с господством ежи сборной	2-й	0,79	0,45	1,99	0,11	0,27
То же	10-й	0,56	0,41	2,00	0,05	0,27
Смешанный, с костром безостым	2-й	0,78	0,39	1,94	0,03	0,24
То же	10-й	0,52	0,32	2,04	0,03	0,25
Ежа сборная (чистая)	2-й	0,24	0,34	2,34	0,07	0,34
То же	10-й	0,40	0,35	2,29	0,06	0,36

Количество корней под долголетними посевами было больше, чем под новыми. Распределение их по слоям почвы неодинаковое. Под долголетними посевами 91—95% корней сосредоточилось в слое 0—10 см; у молодых посевов они располагались более равномерно — в слое 0—10 см 66—83%, ниже (10—20 см) 17—34%.

В связи с большим накоплением корневых остатков смесью с ежой сборной под посевами было больше дождевых червей и водопрочных агрегатов. Под долголетними посевами обеих смесей дождевых червей в слое 0—20 см обитало больше, чем под новыми; выше была и биологическая активность почвы. О лучших физических свойствах почвенной среды под долголетними посевами по сравнению с новыми свидетельствует меньший объемный вес почвы и меньшая ее твердость (по твердомеру Ревякина).

Таким образом, обязательным условием создания долголетнего пастбища на суходолах центральных областей с дерново-подзолистыми суглинистыми почвами следует признать ежегодное полное удобрение. Влияние особо высоких доз удобрений (с содержанием действующего вещества азота свыше 150—180 кг на 1 га) на продуктивное долголетие трав пока не выявлено.

При ежегодном внесении только фосфорно-калийных удобрений на суходолах перезалужение посевов при снижении их урожаев желательно и экономически выгодно.

В опытах А. А. Кутузовой (1970) во ВНИИК при ежегодном внесении только  $P_{50}K_{100}$  на 4—6-й год пользования урожай снижался до 40—50% от урожая первого года, то есть вдвое. Во втором пятилетии средний урожай корма составлял около 60% от среднего урожая первого пятилетия: 30,5 ц сухой массы с 1 га против 48,6 ц. С перезалуженного участка за второе пятилетие получено 50,6 ц сухой массы с 1 га, то есть столько же, сколько и за первое. Смесь состояла из клеверов красного и белого, тимopheевки и овсяницы луговой.

Возможность длительного поддержания продуктивности травостоя полным минеральным удобрением подтверждается и на сухих пойменных лугах Днепра с пылевато-песчаной почвой в украинском Полесье (Крапива, 1964). При ежегодной подкормке  $N_{90}P_{45}K_{60}$  мятликово-пырейно-кострового травостоя продуктивность пастбища составила 2350 кормовых единиц с 1 га; пересев по полному удобрению ( $N_{45}P_{45}K_{60}$ ) и фрезерной обработке почвы бобово-злаковой смесью практически дал такой же результат — 2490 кормовых единиц с 1 га в среднем за первые три года после пересева. При пересеве по  $P_{45}K_{60}$  получено только 930 кормовых единиц с 1 га. Аналогичная картина отмечена и на осушенном притеррасном торфянике в пойме реки Днепра. При ежегодном внесении полного удобрения в дозах  $N_{30}P_{30}K_{60}$  продуктивность тимopheечно-полевиочно-кострового травостоя (средняя за три года) составила 5200 кормовых единиц с 1 га; при распахке и посеве бобово-злаковой смеси при ежегодном внесении  $P_{30}K_{60}$  — 5070, а по РК без посева — 4300 кормовых единиц с 1 га. Такой же эффект давало и одно калийное ( $K_{60}$ ) удобрение — 4270 кормовых единиц с 1 га. Следовательно, на торфяниках, достаточно богатых усвояемым азотом и фосфором, высокий эффект дает и одно калийное удобрение. Значительно больший сбор корма (превышение на 1000 кормовых единиц) достигается при невысоких дозах азота с одновременным внесением пиритных огарков.

Наиболее низкая себестоимость кормовой единицы получена также при внесении полного удобрения — 0,52 коп. при продуктивности около 5000 кормовых единиц с 1 га против 0,58 при 4300 кормовых единиц с 1 га на РК (по прямым затратам).



## **РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УРОЖАЯ ПО ЦИКЛАМ СТРАВЛИВАНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ БОТАНИЧЕСКОГО СОСТАВА ТРАВОСМЕСИ**

---

При одинаковых за пастбищный период урожаях распределение их по циклам стравливания у травосмесей разного ботанического состава может сильно различаться. Преимущество имеют смеси с наиболее равномерным выходом пастбищного корма при правильном загонном выпасе. Он предусматривает: а) оптимальный срок начала и конца выпаса в первом цикле и в последующих; б) оптимальную высоту остатков растений после стравливания; в) оптимальное число стравливаний за пастбищный период с необходимым для отрастания трав периодом отдыха и качеством корма.

Научное обоснование этих оптимальных величин разработано С. П. Смеловым с сотрудниками в послевоенный период (1966). Многолетние их работы и других отечественных и зарубежных исследователей привели к следующим основным положениям.

Оптимальный начальный срок стравливания — фаза конца кущения злаков (начало выхода в трубку), когда в органах запаса содержится большое количество запасных веществ. Если высота стравливания при этом такова, что скот захватывает закладывающиеся в трубке соцветия, дальнейший рост этих побегов прекращается и из спящих пазушных почек развиваются новые побеги, то есть стимулируется кущение злаков. Если же скот захватывает растения выше такой «критической зоны», генеративные побеги продолжают рост и развитие, образование же новых побегов ограничивается. Поэтому, чтобы избежать появления генеративных побегов к следующему циклу и сохранить нижние междоузлия, верховые злаки стравливают до высоты примерно 5—6 см от поверхности, а низовые ниже — до 2—3 см.

Стравливание начинают, когда верховые злаки достигают высоты 20—25, а низовые—10—15 см: первые загоны несколько раньше, чтобы на последующих трава не перестояла.

Фазы вегетации многих злаков не совпадают. При совместном посеве у разных видов критическая зона к моменту первого стравливания находится на разной высоте. Так, при стравливании в один срок побегов высотой 21—22 см смеси ежи с тимopheевкой, у первой соцветия в трубке находились выше 5 см, и рост осевых побегов у нее прекратился, а у второй они не достигли еще уровня стравливания и генеративные органы после стравливания продолжали расти. Более интенсивным кушением и более быстрым отрастанием ранних злаков объясняется преждевременное вытеснение ими поздних при их совместном посеве.

Для хорошего отрастания трав в последующих циклах скот пасут в очередных загонах до наступления фазы колошения. Загоны, которые скоту не успели стравить до этой фазы, скашивают на другие цели (сено, силос, сенаж и т. д.). Иначе снижается поедаемость, качество корма и отрастание трав. Усиленным кушением злаков при своевременном стравливании объясняется увеличение числа побегов (уплотнение травостоя) по сравнению со скашиванием тех же растений в фазе цветения. Частые стравливания, как было показано выше, нарушают в растениях баланс запасных веществ, кустистость их уменьшается, побеги мельчают. После четырех лет частого отчуждения (5 раз за лето) верховые злаки снизили урожай на 30—60% (Смелов, 1966). По данным Н. К. Татариновой (ВНИИК), при ежегодном полном удобрении ( $N_{60}P_{60}K_{60}$ ) укороченные побеги заметно не ослабляют рост: у тимopheевки при трех, у овсяницы луговой при пяти, а у мятлика лугового при 6—7 стравливаниях. Э. Клапп (1957) установил, что для большинства злаков трехкратное стравливание наиболее благоприятно, пятикратное сильно истощает растение, после 10—12 стравливаний растения не образовывали побегов (запасные вещества исчерпывались полностью). Следует учесть также, что при частом стравливании молодая трава характеризуется избыточным содержанием протеина и недостаточным для нормального пищеварения жвачных количеством клетчатки. Увеличение числа стравливаний не приводит, как правило, к увеличению количества сухой массы и кормовых единиц с 1 га. Так, в опытах И. П. Мининой (1961) на смеси с преобладанием ежи сборной изучалось в новом посеве (третий год пользования) и в долголетнем травостое (10-й год пользования)

влияние на урожай трехкратного и более частого стравливания (табл. 68).

Таблица 68

Продуктивность травосмеси в зависимости от числа стравливаний

Год пользования травостоем	Число стравливаний			
	3	3	4	6
	PK	NPK	PK	NPK
3-й	$\frac{39,1}{3500}$	$\frac{52,7}{4700}$	$\frac{31,2}{2800}$	$\frac{52,1}{4700}$
10-й	$\frac{28,4}{2550}$	$\frac{55,0}{4950}$	$\frac{26,3}{2350}$	$\frac{50,0}{4500}$

Примечание. В числителе показана продуктивность в ц сухой массы с 1 га, в знаменателе — в кормовых единицах.

По фосфорно-калийному удобрению на молодом, менее плотном, посеве при увеличении числа стравливаний на одно общий урожай снизился на 20%; по полному удобрению он сохранился на том же уровне (даже при удвоении числа стравливаний). На долголетнем травостое существенного снижения в урожае не наблюдалось, но содержание протеина с 14—15% возросло при частом стравливании до 20—22%, а клетчатки снизилось с 21—22% до 18—19%. В опытах, проведенных в ГДР (Зюзин, 1969), при пяти циклах с высотой травостоя 20—25 см урожай был на 37% выше, чем при семикратном стравливании с высотой 15 см. Следовательно, умеренное число стравливаний положительно влияет и на продуктивное долголетие растений и на качество корма для животных.

При соблюдении правильного восьмизагонного выпаса (имитация срезанием внутри выпасаемого загона) изучалось распределение валового урожая по циклам у двух биологически контрастных травосмесей — ранней (ежа сборная, лисохвост луговой, овсяница луговая) и поздней (тимофеевка луговая, костер безостый, овсяница луговая). Ежегодно вносили полное удобрение по 60 кг действующего вещества на 1 га; фосфорно-калийное весной, а азотное по 30 кг весной и после первого цикла стравливания.

Начальный учет урожая травы проводили на первых загонах при достижении травостоем высоты 20—25 см (фаза кущения овсяницы луговой, тимopheевки и костра безостого; начало выхода в трубку ежи сборной и лисохвоста лугового). На следующих загонах урожай учитывали с интервалами в пять дней (предельная продолжительность пребывания скота в одном загоне с точки зрения и зоогигиены животных и режима запасных веществ в растениях). При достижении фазы начала цветения ежи сборной все последующие загоны скашивали одновременно. После этого начинался второй цикл стравливания всех загонов с интервалами в пять дней. Если травостой очередного загона не достигал оптимальной высоты, срок учета урожая этого загона пропускали; интервалы в этом случае принимали кратными пяти дням (через 10 или 15 дней).

Сумма осадков (в среднем за пять лет учетов) по периодам отрастания перед циклами стравливания была близка к средним многолетним. Длина вегетационного периода за годы опыта (переход через среднесуточную температуру  $+5^{\circ}\text{C}$ ) составила 170 дней с колебаниями от 155 до 176. Весной этот переход в большинстве случаев наблюдался около 20 апреля, а осенью — между 1—15 октября. Количество дней от начала учетов и до конца их не стояло в прямой связи с длиной вегетационного периода, а определялось условиями увлажнения и питания, складывающимися в каждом цикле; большое значение имел и ботанический состав смесей. Продолжительность пастбы на травостоях колебалось по годам от 85 до 135 дней, а в среднем составляла 110 дней.

У смеси из ранозцветающих злаков первый цикл стравливания проходил с 15—20 мая по 5 июня; в пастбищном состоянии использовали первые 3—4 загона (до 50% площади пастбища), остальные скашивали, так как господствующая в травостое ежа сборной вступала в фазу начала цветения. Второй цикл проходил с 10—15 июня, в пастбищном состоянии использовали все восемь загонов. Период, необходимый для первого отрастания этой смеси, составлял 20—25 дней, перерыв (травостой не был готов к стравливанию) между первым и вторым циклами достигал 5—10 дней. Третий цикл продолжался до 25—30 августа. В зависимости от влагообеспеченности в этом цикле в некоторые годы отмечались перерывы в стравливании очередных загонов от 5 до 15 дней. В чет-

вертом цикле использовали первые 3—4 загона; последний учет проводили 10—15 сентября. Количество дней без перерыва в отрастании колебалось от 90 до 115, в среднем составляло 98 дней. Только в наиболее влажный год перерывов в отрастании отавы не было в течение всего пастбищного периода.

В отличие от этой смеси смесь из злаков с поздними сроками прохождения фаз в первом цикле находилась в пастбищном состоянии вдвое дольше (до 30 дней). К 15—20 июня использовалось под выпас в среднем 75% площади пастбища (от пяти до семи загонов в разные годы). Второй цикл заканчивался к 20—25 июля, а конец третьего цикла (последние загоны) растягивался в зависимости от года до 5—15 сентября из-за больших перерывов (как правило, в июле) в отрастании травы на ряде загонов.

Четвертое стравливание этой смеси удавалось провести лишь в два более влагообеспеченных года и только в первом загоне. Количество дней с непрерывным стравливанием достигало 85—110 дней, а в среднем составляло 94 дня. Перерывы в отрастании тех или иных загонов во втором и третьем циклах стравливания, наблюдавшиеся в обеих смесях, приходились у них, как правило, на различные календарные сроки. Темп нарастания массы ранней смеси был выше между первым и вторым циклами, уступая второй смеси в период между вторым и третьим циклами. Между третьим и четвертым циклами у первой смеси отрастание опять шло более интенсивно. По циклам стравливания в первой смеси ежа сборная имела наибольший вес в травостое в первом и третьем циклах, лисохвост луговой максимума участия достигал во втором цикле, овсяница луговая и дикорастущий мятлик луговой — во втором и третьем, а клевер белый — в третьем цикле.

Во второй смеси в первом и втором циклах в урожае преобладала овсяница луговая, а в третьем — костер безостый. Участие тимopheевки уменьшалось, а несеяных трав, наоборот, возрастало от первого цикла к четвертому.

Распределение всего стравливаемого урожая по циклам сильно колебалось по годам в зависимости от метеорологических условий. Более равномерно (примерно поровну в первые три цикла) оно было у смеси из ранних злаков, причем на выпас использовали 67% общего уро-

жая, а 33% убрали на сено в первом цикле. У поздней смеси при меньшем общем урожае на выпас использовали такое же количество подножного корма, как и в первой смеси, поскольку в первом цикле убрали на сено меньшую площадь, или 23% общего урожая. Из всей продукции больше половины приходилось на первый цикл.

При учете урожаев каждого загона выяснилось, что урожай первых и последних загонов в наибольшей степени отклоняются от среднего урожая по всей загонной системе (табл. 69).

Таблица 69

Общий урожай в среднем за пять лет по загонам пастбища

Урожай	Загоны								Сред- нее
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Ранняя смесь									
В ц сухой мас- сы с 1 га	52,2	53,9	58,9	59,5	58,7	61,4	63,4	61,1	58,6
В %	100	104	114	114	114	118	123	118	
Поздняя смесь									
В ц сухой массы с 1 га	44,8	41,4	45,5	46,5	52,3	56,0	60,3	63,8	51,5
В %	100	92	102	104	117	125	135	143	

Урожай третьего, четвертого, пятого загонов у смеси из ранних злаков и пятого у смеси из поздних трав наиболее близки среднезагонному урожаю; первые загоны характеризуются меньшим, а последние большим общим урожаем, чем средний из восьми загонов.

Сбор протеина со среднего четвертого тоже близок к среднезагонному (табл. 70).

Такая закономерность облегчает определение урожая и сбора протеина в производственных условиях.

Итак, на дерново-подзолистых почвах суходолов центральных областей фактором, ограничивающим равномерное отрастание разных типов травосмесей, является необеспеченность водой в большинстве лет пользования. Некоторое выравнивание дает сочетание ранних и поздних смесей. Удвоение дозы азота смягчало действие засушливого периода, но не устраняло депрессии в отрастании. И только регулярный полив обеспечил равно-

Таблица 70

Сбор протения по загонам в среднем за пять лет (в ц с 1 га)

Загоны								Средний по восьми загонам
1	2	3	4	5	6	7	8	

## Ранняя смесь

8,57 | 8,04 | 8,91 | 8,08 | 7,86 | 7,92 | 8,03 | 7,89 | 8,17

## Поздняя смесь

6,65 | 6,27 | 6,90 | 6,71 | 8,36 | 6,39 | 8,01 | 8,00 | 7,03

мерное отрастание. Так, в засушливом году распределение по циклам скармливаемой травы на смеси с преобладанием ежи сборной или мятлика лугового выравнилось таким образом (табл. 71).

Таблица 71

Распределение пастбищной травы (в %) по циклам скармливания в двух травосмесях в зависимости от влажности почвы (Минина, Лашманова, 1964)

Смесь		Без полива				На поливе			
		циклы				циклы			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
С преобладанием ежи сборной		29	44	27	—	21	28	29	21
С преобладанием мятлика лугового		23	48	29	—	26	34	25	15

По результатам учетов и наблюдений на опытных и производственных пастбищах, оба эти типа травосмесей отличаются наибольшей равномерностью отрастания на пастбищах центральных областей лесной зоны. В западных районах с равномерным распределением осадков этим же качеством характеризуются и смеси с райграсом многолетним.

Более выравнена отавность травосмесей на осушенных торфяных и минеральных почвах с устойчивым питанием растений грунтовыми водами. Чаще из-за избыточного увлажнения весной на таких землях делают ранний укос (вместо первого цикла выпаса), после которого

пасут позагонно. Весной же выпасают на загонах, закладываемых на суходолах, прилегающих к осушенному массиву.

Следовательно, более равномерного поступления подножного корма достигают в зависимости от условий сочетанием травосмесей разного состава (конвейер травосмесей), дробным внесением азотных удобрений, особенно с повышением их доз во второй половине пастбищного периода, сочетанием загонов, заложенных на разных элементах рельефа, и особенно при полном обеспечении растений водой и необходимыми в данных условиях элементами питания в течение всего пастбищного периода.

В совхозе «Юрьевское» (Московская область) бесперебойное снабжение коров подножным разнообразным кормом достигалось организацией конвейера из различных типов травостоев (Приданцева, 1965), размещенных в 12 загонах. Весной животных начинали выпасать на двух загонах с ежой сборной, лисохвостом луговым и овсяницей луговой, удобряемых навозной жижей. Вторично их стравливали через две недели, а всего пять раз за лето. Три загона с костром безостым, тимopheевкой и овсяницей луговой стравливали на 10 дней позднее и удобряли их полным минеральным удобрением. На четырех загонах поддерживалась клеверо-злаковая травосмесь (с тимopheевкой и овсяницей луговой): на двух периодически подсеивали клевер белый, на двух других — клевер красный, лучше отрастающий в сухие годы. Эти загоны получали ежегодно фосфорно-калийное удобрение, а при изреживании перестилались навозом или торфокомпостом.

Три загона были организованы путем расчистки и разреживания лесного пастбища; на них ежегодным удобрением сформировали плотный травостой с преобладанием мятлика лугового и клевера белого. На этих загонах скот выпасали в сырую погоду. На корову приходилось по 0,4 га пастбища. Из общей их площади 25% ежегодно скашивали на сено или силос в первом цикле. Загоны делили в первой половине лета электропастухом на две или три части, смотря по запасу в них травы к моменту начала выпаса на них. Средняя за семь лет продуктивность пастбища — 3200 кормовых единиц с 1 га, надой на корову в год составил 3768 га молока. Годовая себестоимость 1 ц молока уменьшилась на 25%. Привесы молодняка старше года, выпасавшегося на



культурном пастбище, в этом хозяйстве выросли с 377 до 630 г на голову в сутки.

В совхозе имени Жданова Ленинградской области на пастбище высевают травосмеси разного состава, в том числе и с люцерной (на позднее стравливаемых загонах). В совхозе «Птичное» Московской области на пастбище высевают две смеси — одну из ранних трав, другую из поздних.

В последние годы и в СССР и за рубежом (Франция, ГДР) все больше внимания для повышения равномерности выхода подножного корма привлекает сочетание укосного и пастбищного использования в одном массиве (сенокосо-пастбища). Обычно около  $\frac{2}{3}$  всего урожая на суходольных пастбищах поступает в первую половину вегетационного периода, а во вторую половину — вдвое меньше. Поэтому при расчете нагрузки скота на 1 га по общей продуктивности пастбища в первом цикле получается избыток, а далее — недостаток корма. Это вызывает необходимость подкормки животных во второй половине лета. Если же увеличить площадь на голову (вместо 0,5 при средней продуктивности в 3000 кормовых единиц с 1 га отводить по 0,75—0,80 га), то в первом цикле большее число загонов будет последовательно скашиваться в ранних фазах на сено (или другие цели) и, следовательно, большая площадь отав может быть использована во второй половине пастбищного периода под выпас. Такая система использования травостоев обеспечивает нормальную продолжительность «отдыха» каждому загону для отрастания и для накопления растениями запасных веществ (около 20—25 дней после первых циклов и до 40 дней во второй половине лета). По годам загоны с ранним началом пастбы меняют с загонами, выкашиваемыми в первом цикле использования (в фазах от начала колошения до начала цветения).

Для лучшего отрастания травы и более полного использования подножного корма желательны так называемые однодневные загоны с запасом корма для стада на один день. Наиболее экономичный способ заключается в разбивке пастбища на крупные 8—12 загонов с огораживанием их, как правило, постоянной изгородью. Внутри же площадь разбивают на несколько участков переносной электроизгородью в зависимости от запасов подножного корма. При высокой урожайности порцион-

ный участок выделяют из расчета на полдневную потребность стада или даже на один прием скармливания (2—3 часа).

Норма пастбища на стадо в 100 коров и примерные площади сстравливаемых участков приведены в таблице 72 (расчет по средней за пастбищный период продуктивности).

Таблица 72

Норма площади пастбища на стадо в 100 коров и размеры загонов и порционных участков (в га) при разбивке на 8 и 12 загонов

Продуктивность пастбища (в кормовых единицах)	Нагрузка коров на 1 га	Норма площади на 100 коров	Площадь загона при разбивке		Площадь сстравливаемых участков при делении на 3 части		Плотность коров на 1 га участка	
			на 8 загонов	на 12 загонов	при 8 загонах	при 12 загонах	при 8 загонах	при 12 загонах
1500	1	100	12,5	8,3	4,2	2,8	24	35
3000	2	50	6,3	4,2	2,1	0,7	49	71
4500	3	34	4,3	2,8	1,4	0,5	71	111
6000	4	25	3,1	2,1	1,0	0,3	100	143

Примечание. На корову со средним живым весом 480—500 кг в суточном удоем 13—16 кг молока требуется 13 кг сухого вещества в день, а за 120 дней пастбы — 16 ц (около 1500 кормовых единиц).

В опытах А. Г. Шмаковой при продуктивности пастбища 4000—5000 кормовых единиц установлена следующая нагрузка телят на 1 га: 4—6-месячного возраста — 10—12 голов (привесы 600—700 г в сутки), а 6—13-месячного — 5—6 голов (привес 800—1200 г).

При делении электроизгородью каждого загона на три части получают при восьми загонах 24, а при 12 загонах — 36 порционных участков, которые и сстравливают последовательно в первом и втором циклах.

При продуктивности пастбища в 3000 кормовых единиц с 1 га площадь каждого загона при разбивке пастбища на 8 или 12 загонов составляет 6—4 га. На такой площади загона скот в первой половине пастбищного периода кормится на каждом в течение 4—6 дней и примерно 1,5—2 дня во второй половине. Поэтому при разбивке на три участка в каждом из них скот в первые два

цикла выпасают по 1,5—2 дня, а в последующие сразу по всему загону или с разделением его на два однодневных участка-порции в зависимости от запаса травы к этому времени.

При перерывах в отрастании трав на очередных загонах важно во избежание их перетравливания сгонять скот на резервную площадь (частично ею служит отава сенокосов) и подкармливать при необходимости другими кормами. Для подкормки наряду с зеленым кормом однолетних культур в этот период может служить и ранний силос, закладываемый на пастбище из трав, скашиваемых на не стравливаемых в первом цикле загонах.

Конечную оценку разного типа пастбищных травосмесей необходимо давать по количеству и качеству продуктов животноводства, получаемых при выпасе на них скота. Такое исследование проводит с 1967 г. ВНИИК совместно с Московской ветеринарной академией и кафедрой молочного дела ТСХА (Ромашов, Кутузова, Морозова и др., 1969).

Изучали две смеси: бобово-злаковую (из клеверов красного и белого, овсяницы луговой, тимopheевки) и злаковую, в которую вместо клеверов ввели ежу сборную. Высокое участие клеверов (в первые два года красного и в последующие три года белого) поддерживали ежегодным фосфорно-калийным удобрением ( $P_{50}K_{100}$ ). С весны скот выпасали на загонах последних лет жизни с меньшим участием клеверов, затем переходили на загоны с высоким содержанием в травостое клевера красного (до 60—70% по весу). Это позволяло избежать заболеваний коров тимпанией даже при выпасе по росе.

В чисто злаковой смеси урожай поддерживали дробной азотной подкормкой дополнительно к фосфорно-калийному удобрению ( $N_{180}P_{60}K_{60}$ ). В клеверо-злаковой траве высокое содержание протеина достигалось за счет бобовых, а в злаковой — за счет азотных удобрений.

В результате трехлетних исследований установлено близкое (в среднем) качество травы обеих травосмесей по протеину. Содержание его по циклам стравливания колебалось в клеверо-злаковой смеси от 15 до 23% на сухое вещество. Переваримого протеина на кормовую единицу в клеверо-злаковой смеси приходилось от 133 до 156 г, а в злаковой — от 131 до 178 г, то есть в последнем случае избыток протеина в корме был иногда большим. Количество водорастворимых углеводов, влияющих

на вкусовые качества травы, уменьшалось в отдельные периоды ниже оптимального чаще в злаковом травостое, чем в клеверо-злаковом. Отсюда более устойчивая высокая поедаемость последнего: 83—95% против 72—95% злакового. Выделяется клеверо-злаковая трава и более высоким содержанием кальция и магния. Даже при содержании 20% (по весу) бобовых уже удовлетворяется потребность животных в этих веществах. Отношение кальция к сумме кальция и магния не выходило за допустимые пределы. И наоборот, в чисто злаковой траве кальция недостаточно (0,4—0,5%), а отношение  $\frac{K}{Ca+Mg}$  нередко превышало допустимое, достигая 2,8—4. Следовательно, при выпасе на таких травостоях в рацион животных необходимо вводить минеральную подкормку.

Переваримость питательных веществ травы и общая питательность ее во всех циклах стравливания были близки на обеих травосмесях — 0,95—1,1 кормовой единицы в 1 кг абсолютно сухого вещества. Клетчатки содержалось в норме. Потребность животных в каротине удовлетворялась полностью. Но и в том и в другом травостое коровам не доставало натрия. Поэтому лизунцы на пастбищах обязательны.

Отмеченные различия в составе травы отразились на качестве молока и продуктов, изготовленных из него. Для получения молока, богатого белком, признано более пригодным злаковое пастбище с азотным удобрением ежегодно (преобладание ежи сборной в травостое), а для изготовления сгущенного молока высшего сорта, наоборот, клеверо-злаковое.

В данном опыте с 1 га клеверо-злакового пастбища получен средний урожай 43 ц воздушносухой массы с 1 га, или 3900 кормовых единиц, при себестоимости ее 1,1 коп., а злакового — 56 ц с 1 га, или 5000 кормовых единиц при себестоимости кормовой единицы 1,4 коп. При одинаковой общей питательности и 85% поедаемости с 1 га первого пастбища можно получить 33 ц молока, второго — 43 ц, или на 30% больше.

В опытах Г. Фернандо и О. Картера (Австралия, 1970) повышение дозы азотного удобрения до 178 кг на 1 га, не отразившись на количестве и качестве молока, снизило живой вес коров; животные из сильно оводненной травы не успевали за день набрать необходимого им количества сухого вещества. Многие зарубежные иссле-

дователи отмечают большую пригодность для откорма молодняка бобово-злаковых пастбищ.

Урожай и сбор питательных веществ в большой степени зависят от использования и способа уборки трав. Так, по данным Литовского научно-исследовательского института земледелия (Кирвайтис, 1966), при урожае травы 200 ц с 1 га можно получить при загонном выпасе 3000—3200 кормовых единиц с 1 га, при изготовлении травяной муки — 3600—3800, при силосовании — 2800—3000, при сушке на вешалах (или при активной вентиляции) — 2500—2700, при сушке на земле — 1500—2000 кормовых единиц с 1 га. В последнем случае теряется больше половины питательных веществ. Загонный выпас наряду с травяной мукой дает наибольшее количество более дешевых кормовых единиц, чем силос или сено. Высокой экономичностью и малыми затратами труда определяется большое значение пастбищного содержания для снижения себестоимости продуктов животноводства.

В последние годы многие хозяйства в различных областях лесной и лесостепной зон достигли больших успехов в интенсификации лугопастбищного хозяйства.

Так, в лучших хозяйствах Белоруссии на больших площадях получают по 50 ц сена с 1 га и более, а с пастбищ 3000—4000 кормовых единиц. В колхозе «Коммунист» Кировского района БССР улучшена вся площадь сенокосов и пастбищ; на каждую корову заложено по 0,5 га долголегнего пастбища. Удой на пастбищах составляет свыше 15 кг молока на корову без дополнительной подкормки, а привес молодняка — 800—900 г в сутки. Себестоимость кормовой единицы на пастбище составляет 0,5—0,8 коп., а в сене — 2,3 коп. — в 3 раза меньше, чем в зерне, и почти в 5 раз меньше, чем в картофеле.

Эстонская ССР занимает первое место среди союзных республик по надоям молока. В годовом кормовом рационе коров пастбищный корм составляет до 40%, а молодняка — до 50%, что позволяет значительно снизить себестоимость продукции.

В совхозе «Чарышский» Алтайского края на сеяном орошаемом пастбище привесы молодняка в 1969 г. составили в среднем 722 г в сутки (по отдельным группам 1000—1200 г) при затрате труда 1,9 чел.-дня и себестоимости 1 ц привеса 27 руб., в то время как на неулучшен-

ном пастбище получено 680 г привеса при затрате труда 4,1 чел.-дня и себестоимости 1 ц привеса 65 руб.

В колхозе имени Коминтерна Житомирской области при двустороннем регулировании воды на осушенном пастбище получено в среднем за 1969—1970 гг. по 4500—5000 кормовых единиц с 1 га при себестоимости кормовой единицы 1,1—1,2 коп. Суточные привесы молодняка составили 700—800 г на голову. Молока за пастбищный период в хозяйстве получено 60% от годового производства при себестоимости 1 ц не более 8 руб. Производство молока возросло в 2,3 раза. Организация культурного пастбища в этом колхозе позволила сократить посевы кормовых культур на пашне с 400 до 170 га. Затраты на создание сеяного пастбища с двусторонним регулированием водного питания растений окупаются в три года. Обычно в составе затрат стоимость семян трав составляет от 20 до 40% и более. Подбор травосмесей, наиболее высоко оплачивающих урожаем приемы регулирования водного режима и вносимые удобрения, а также правильные уход и использование, является важным условием снижения себестоимости разных видов кормов, приготовляемых из трав, и способствует удешевлению продуктов животноводства и повышению производительности труда.

Примерные целевые травосмеси для сенокосов в центральных областях лесной зоны европейской части СССР (в кг семян 1 класса на 1 га)

Трава	Нормальные суходолы		Суходолы временно избыточного увлажнения		Незасоленные пойменные и низинные луга		Осушенные низинные луга и торфяники		Переувлажненные низинные луга и торфяники
	кратко-срочные	долго-срочные	кратко-срочные	долго-срочные	кратко-срочные	долго-срочные	кратко-срочные	долго-срочные	кратко-срочные
Клевер красный	12—14	8—10	6—8	6—8	12—14	6—8	—	6—8	—
Клевер розовый	—	—	4—5	4—5	—	—	4—6	4—5	—
Люцерны гибридные (или желтая поймешная)	—	—	—	—	—	4—6	—	—	—
Лядвенец рогатый	—	3—4	—	—	—	—	—	—	—
Тимофеевка луговая	4—6	4—6	6—8	6—8	4—6	4—6	8—10	6—8	18—20
Овсяница луговая	6—8	6—8	6—8	6—8	6—8	6—8	6—8	6—8	—
Костер безостый	—	6—8	—	—	8—10	6—8	—	6—8	—
Лисохвост луговой	—	—	—	4—6	—	—	—	—	—

Примечания. 1. Состав смесей приведен для пойменных лугов среднего уровня: для высокого уровня использовать смеси, рекомендуемые для нормальных суходолов, а для лугов низкого уровня — смеси рекомендуемые для осушенных низинных лугов и торфяников; на переувлажненных лугах с длительным застоем полых вод — клеверно-тростниковидный или его смесь с мятликом болотным.

2. На легких супесчаных почвах высевать смесь из лядвенца рогатого (4—6), райграса высокого (10—12), овсяницы луговой (6—8).

3. На более богатых почвах, того или иного типа местообитания или при повышенных дозах удобрения берут меньшие нормы высева семян (первые цифры в каждой колонке).

4. Приведенные бобово-злаковые смеси удобряют первые годы до выпадения бобовых (меньше 20% по весу) фосфорно-калийным, а затем полным минеральным удобрением при обязательном известковании кислых почв (поддерживание реакции не ниже pH 5,8—6,0).

5. Костер безостый на долготрочных лугах низинных местообитаний может быть заменен лисохвостом луговым из расчета 6—8 кг семян на 1 га.

Примерные травосмеси для краткосрочных и долголетних сеяных пастбищ в центральных областях лесной зоны европейской части СССР (в кг семян I класса на 1 га)

Трава	Суходолы нормальные		Незаболоченные пойменные луга		Незаболоченные низинные луга, осушенные луга и торфяники	
	кратко-срочные	долголет-ные	кратко-срочные	долголет-ные	кратко-срочные	долголет-ные
Клевер красный	8—10	6—8	4—6	—	6—8	6—8
Клевер белый	4—5	4—5	—	4—6	4—6	4—6
Люцерны гибридные (или желтая пойменная)	—	—	6—8	6—8	—	—
Тимофеевка луговая	6—8	—	4—6	4—6	8—10	6—8
Овсяница луговая	8—12	10—12	6—8	6—8	8—10	6—8
Ежа сборная	—	5—6	—	—	—	—
Костер безостый	—	—	—	6—8	—	—
Лисохвост луговой	—	6—8	—	—	—	6—8

Примечания. 1. В северных и восточных областях зоны (малообжитых) в смеси для долголетних пастбищ включают мятлик луговой (4—6); в других — он появляется из запасов семян в почвах.

2. При повторном залужении сеяных пастбищ (перезалужение в порядке ремонта) норма клевера белого по тем же причинам может быть снижена до 2—3 кг на 1 га.

3. Северо-Западный научно-исследовательский институт сельского хозяйства (Д. А. Иванов) для северо-западных областей рекомендует долголетние смеси на суходолах из клевера красного (5—6), клевера белого (3—4), тимофеевки (6—8), овсяницы луговой (10—12), мятлика лугового (4—6). На местообитаниях лучшего увлажнения в ту же смесь добавляют райграс многолетний (4—5). На карбонатных почвах клевер белый заменяют люцерной (5—6).

4. Костер безостый в долголетней смеси на поймах может быть заменен лисохвостом луговым.



Травосмеси для долголетних пастбищ в Прибалтийских республиках  
(в кг семян I класса на 1 га для разбросного посева)

Трава	Рекомендации Эстонского научно-исследовательского института земледелия			Рекомендации Латвийского научно-исследовательского института земледелия		Рекомендации Литовского научно-исследовательского института земледелия	
	минеральные почвы			минеральные почвы	торфяные почвы	минеральные почвы	торфяные почвы
	среднего плодородия	повышенного плодородия	дерново-карбонатные				
Клевер красный	5—6	5—6	—	6—8	—	—	—
Клевер розовый	—	—	—	—	5—6	—	—
Клевер белый	3—5	3—5	—	—	—	4—5	4—5
Люцерна желтая	—	—	12—20	—	—	—	—
Тимофеевка	4—5	4—5	2—4	3—4	5—6	4—5	5—6
Овсяница луговая	12—16	12—16	—	8—10	8—10	6—8	6—8
Райграс много- летний	—	6—10	—	4—5	3—4	4—5	—
Мятлик луговой	4—7	2—5	2—4	—	—	3—4	3—4
Овсяница крас- ная	1—3	—	—	—	—	—	—

Примечания. 1. Для раннего стравливания в Эстонии рекомендуют смесь ежи сборной (25) с мятликом луговым (2), а в Латвии — чистый ее посев (25) при внесении азотных удобрений в дозах не ниже N<sub>100</sub>.

2. На легких сухих почвах мятлик луговой заменяют овсяницей красной корневищной формы (6—8).

3. Клевер красный на влажных почвах заменяют клевером розовым (4—5).

Таблица 76

Примерные травосмеси для сеяных сенокосов в горных областях Кавказа по материалам Армянского научно-исследовательского института животноводства и ветеринарии (в кг семян I класса на 1 га)

Трава	Среднестепной и луговой высотные пояса		Субальпийский (выше 2500 м над уровнем моря)	
	северные склоны (влажные)	южные склоны (сухие)	северные склоны	южные склоны
Люцерна синегибридная	6—8	4—6	—	6—8
Эспарцет закавказский (Нахичеванский)	—	30—40	—	—
Клевер красный	—	—	6—8	—
Тимофеевка	4—6	—	4—6	—
Овсяница луговая	10—12	—	8—10	10—12
Ежа сборная	5—6	—	5—6	—
Райграс высокий или пырей бескорневищный	—	8—10	—	—
Костер безостый	—	10—12	8—10	10—12

Примечания. 1. На альпийских лугах высевают в чистом виде или тимофеевку (на более влажных лугах), или костер безостый, или райграс высокий.

2. На северных склонах обоих высотных поясов ежа сборная может быть заменена костром безостым (8—10), на северных склонах субальпийского пояса клевер красный — клевером розовым (4—6), а на южных люцерна — эспарцетом (30—40).

Таблица 77

Примерные смеси для сеяных сенокосов и пастбищ на склоновых землях лесостепной и степной зон, по данным научно-исследовательских учреждений (в кг семян I класса на 1 га)

Трава	Северная лесостепь		Южная лесостепь и север степной зоны		
	северные склоны	южные склоны	северные склоны	лесостепь	степь
Клевер красный	4—6	—	—	—	—
Люцерна синегибридная	5—6	5—6	4—5	—	—
Люцерна желтогибридная или желтая	—	—	—	4—5	4—5
Эспарцет песчаный или гибридный	—	30—40	30	30	30
Овсяница луговая	6—8	6—8*	—	—	—
Райграс высокий	—	—	8	—	—
Костер безостый	10—12	10—12	10—12	10—12	8—10
Пырей бескорневищный	—	—	—	8	—
Житняк ширококолосьный	—	—	—	—	6—8

\* Овсяницу луговую можно заменить райграсом высоким.

Примерные травосмеси для сенокосов в лесной и лесостепной зонах азиатской части СССР (в кг семян I класса на 1 га)

Трава	Тайга и подтайга (лесная зона)		Лесостепь Западной Сибири			Лесостепь Восточной Сибири	
	суходолы	краткопоясные луга	суходолы	слабозасоленные		суходолы	торфяники
				торфяники	поймы		
Люцерны гибридные	—	6—8	5—6	—	—	5—6	—
Люцерна желтая	—	—	—	—	6—8	—	—
Донники	—	—	—	10—12	8—10	—	—
Эспарцет сибирский (песчаный)	—	—	30—40	—	—	—	—
Клевер красный	8—10	4—6	—	—	—	—	—
Тимофеевка луговая	6—8	—	—	—	—	—	8—10
Овсяница луговая	6—8	6—8	—	—	—	—	8—10
Костер безостый	—	6—8	6—8	8—10	8—10	8—10	10—12
Пырей бескорневишный	6—8*	—	6—8	6—8	6—8**	5—6**	—
Регнерия волокнистая (Омская)	—	—	—	—	—	—	—
Волоснец сибирский	—	—	—	—	—	6—8	6—8

\* В Восточной Сибири волоснец сибирский; в пастбищных травосмесях пырей заменяют лучше отрастающей регнерией. На осушаемых низинных лугах и торфяниках те же смеси, что и в европейской части СССР.

\*\* Пырей бескорневишный может быть заменен волоснецом сибирским.

Примерные травосмеси (в кг семян 1 класса на 1 га) для сеяных пастбищ на Дальнем Востоке (Хабаровский, Приморский края, Амурская область) (по Ф. И. Платонову, 1969)

Трава	Суходолы, суглинистые почвы	Краткопоемные луга на легких почвах	Осушенные торфяники
Клевер красный или люцерна желтогибридная	4—6	—	—
Клевер розовый или клевер красный	—	—	4—6
Люцерна желтогибридная или клевер красный	—	4—6	—
Тимофеевка луговая	8—10	6—8	8—10
Овсяница луговая	6—8	4—6	6—8
Лисохвост луговой	—	—	6—8
Костер безостый	6—8	10—12	—
Полевница белая	2—4	—	—
Овсяница красная	—	4—6	—
Мятлик луговой	—	—	4—6

Примечание. Обычно через 2—3 года после посева внедряются в травостой дикорастущие клевер белый, люцерна полосатая, мятлик луговой и др. Посев проводят местными (дальневосточными) сортами; особенное значение это имеет для бобовых трав.

Андреев Н. Г., Афанасьев Р. А., Мерзлая Г. Е. Создание и использование орошаемых пастбищ. М., ВИНТИСХ, 1968, 90 с.

Андреев Н. Г., Минина И. П., Ромашов П. И., Игловиков В. Г. Создание и использование культурных пастбищ. М., Россельхозиздат, 1965, 219 с.

Важнейшие проблемы фотосинтеза в растениеводстве. М., «Колос», 1970, с. 6—22; 136—160; 206—220; 284—297.

Вопросы травяного хозяйства. — «Инф. бюл.», 1971, № 22, Вильнюс, с. 3—97.

Горные луга, их улучшение и использование. М., «Колос», 1969, 231 с.

Дмитриев А. М. Луговое хозяйство с основами луговедения. М., 1948, с. 5—187.

Иванов Д. А. Культурные пастбища. Л., 1967, 157 с.

Клапп Э. Сенокосы и пастбища. М., Сельхозиздат, 1961, 616 с.

Колосова А. В. Многолетние травосмеси для кормовых севооборотов нечерноземной полосы. М., Сельхозгиз, 1955, 93 с.

Корякина В. Ф. Сравнительное эколого-физиологическое изучение многолетних трав в чистом и смешанном посевах. — Тр. Бот. ин-та АН СССР, серия IV, Экспериментальная ботаника, 1950, вып. 7, с. 311—340; 1951, вып. 8, с. 257—324.

Кузнецова А. И. и Капитанова А. И. Многолетние травы в Восточной Сибири. Иркутск, 1966, 273 с.

Кутузова А. А. Использование биологического азота бобовых трав на культурных пастбищах (обзор). М., ВИНТИСХ, 1967, 64 с.

Ларин И. В. Луговое хозяйство и пастбищное хозяйство. 3-е изд. М., «Колос», 1969, с. 3—461.

Луга и пастбища Сибири. Омск, 1968, 175 с.

Лугопастбищные травы. М., «Колос», 1966, 408 с.

Лугопастбищное хозяйство США. М., Изд-во иностр. лит., 1956, 287 с.

Материалы 1-го межвузовского совещания по вопросам агрофитоценологии. Казань, 1969, 301 с.

Минина И. П. Смеси трав для культурных сенокосов и

\* Список приводится в сокращенном виде.

пастбищ. — В сб.: Улучшение и использование природных кормовых угодий. К IX международному лугопастбищному конгрессу. М., «Колос», 1964, с. 89—108.

Минина И. П. Создание культурных сеяных сенокосов и пастбищ. — В кн.: Сенокосы и пастбища. М.—Л., «Колос», 1969, с. 251—300.

Многолетние травы в лугопастбищных севооборотах. М., Сельхозгиз, 1951, 493 с.

Морфогенез луговых злаков и условия внешней среды. — В сб.: под ред. П. В. Лебедева. Свердловский гос. ун-т, 1968, 255 с.

Ничипорович А. А., Строгонова Л. Е., Чмора С. Н., Власова М. П. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. М., Изд-во АН СССР, 1961, 136 с.

Работнов Т. А. Биологические и экологические основы рационального использования и улучшения сенокосов и пастбищ. — В кн.: Сенокосы и пастбища. М., «Колос», 1969, с. 10—84.

Ромашов П. И. Удобрение сенокосов и пастбищ. М., «Колос», 1969, 183 с.

Ромашов П. И., Кутузова А. А., Морозова З. В. и др. Травостой культурных пастбищ и качество животноводческой продукции. — «Луга и пастбища», 1969, № 1, с. 28—31.

Сенокосы и пастбища. Под ред. акад. ВАСХНИЛ И. В. Ларина. Л., «Колос», 1969, с. 495—699.

Смелов С. П. Теоретические основы луговодства. М., «Колос», 1966, 367 с.

Сметанникова А. И. Сравнительное эколого-физиологическое изучение многолетних трав в чистом и смешанном посевах. — Тр. Бот. ин-та АН СССР, 1950, серия IV «Экспериментальная ботаника», вып. 7, с. 260—311.

Тоомре Р. И. Долголетние культурные пастбища. М., «Колос», 1966, 400 с.

Удобрение пастбищ азотом. — Тр. Всесоюзного н.-и. ин-та кормов, 1969, 167 с.

Физиолого-биохимические основы взаимодействия растений в фитценозах. Вып. 1. АН УССР, Киев, 1970, с. 3—50; 147—177.

Филимонов М. А. Семени кормовых растений и их биологические свойства. М., Сельхозиздат, 1961, 261 с.

Шенников А. П. Введение в геоботанику. Л., 1964, 447 с.

Экспериментальная геоботаника. Казань, 1965, 264 с.

Эрингис К. И. Долголетние культурные пастбища Литвы, их удобрение и использование. Вильнюс, 1964, 504 с.

Davies I. The Influence of management on tiller development and herbage growth. Aberystwyth, 1969, 121 p.

Klapp E. Zusammensetzung und Auswirkung von Ansaatge-

mischen für Dauergrünland. Wirtschaftseigene Futter. 3. Sond. 1967. S. 3—28.

Knapp R. Experimentelle Soziologie der höheren Pflanzen. Stuttgart, 1954.

Lampeter W. Gegenseitige Beeinflussung höherer Pflanzen in Bezug auf Spross und Wurzelwachstum, Mineralstoffgehalt und Wasserverbrauch—Untersucht an einigen wirtschaftlich wichtigen Futterpflanzen. Zeitschrift der Karl—Marx Universität, H. 4, 1959/60, S. 611—722.

Leith H., Ellenberg H. Konkurrenz und Zuwanderung von Wiesenpflanzen. Zeitschr. f. Ack. u. Pfl., 106, 2, 1958. S. 205—223.

Nitrogen and Grassland. Proceeding of the first general meeting of the European Grassland Federation, Wageningen, 1965, 234 p.

Petersen A. Klee und Kleeartige als Kulturpflanzen, Wildpflanzen und Unkräuter auf Acker, Wiese und Weide. 2. Aufl., Berlin, 1967, 214 S.

Probleme des Grünlandes. Tagungsberichte N 16. Berlin, 1959. S. 5—55, 75—113, 123—173.

Proceedings of the X International Grassland Congress. Finland, 1966, p. 104—108, 129—134, 137—180, 184—218, 227—302, 308—311, 319—336.

Proceedings of the XI International Grassland Congress. Australia, 1970. P. A95—A101, A107—A112, 112—116, 131—138, 334—338, 517—527, 545—548, 559—566, 657—662, 853—856.

Rauschert S. Wiesen- und Weidepflanzen, 2. Aufl. Jena, 1965, 459 S.

The Grassland Research Institute. Hurley. Annual Report, 1965, 93 p.; Annual Report, 1966, 115 p.

Voisin A. Dynamique des herbages. Paris, 1960, 319 p.

# СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Краткая история лугового травосеяния в СССР	5
Значение смешанных посевов и основные виды трав в луговом травосеянии	11
Значение смешанных посевов	11
Основные виды и сорта культурных злаковых и бобовых трав	21
Злаковые	21
Бобовые	26
Агробиологические свойства трав, используемых в луговом травосеянии	32
Агробиологические свойства многолетних злаковых трав	32
Агробиологические свойства многолетних бобовых трав	51
Агроэкологические свойства возделываемых луговых трав	64
Отношение к водно-воздушному режиму	70
Отношение к пищевому режиму	73
Отношение к реакции почвы	79
Отношение к тепловому режиму	80
Отношение к свету	84
Агрономическая оценка луговых трав	93
Видовой состав травосмесей при сенокосном и пастбищном использовании	113
Подбор трав в целевые травосмеси	114
Биологические основы сочетания видов в смешанных посевах	115
Возможное сочетание видов трав в смесях	137
Нормирование количества семян в смесях	146
Агротехника луговых травосмесей	183
Обработка почвы	183
Известкование и основное удобрение под травы	191
Способы и сроки посева травосмесей	194
Глубина заделки семян	198
Размещение трав при посеве	200
Заделка семян травосмеси	207
Способы и техника посева травосмесей за рубежом	208
Уход за луговыми травосмесями	210
Удобрение	211
Регулирование водного режима	227
Подсев бобовых трав в дернину	239
Удаление нежелательных трав из состава травостоя	245
Режимы пользования травостоями	250
Влияние режимов пользования на травосмеси из верховых злаков	250
Влияние режимов пользования на агрономические свойства почвы	256
Условия продуктивного долголетия трав на пастбищах	260
Распределение урожая по циклам срастания в зависимости от ботанического состава травосмеси	264
Приложение	278
Литература	284



*Микина Ирина Петровна.*

ЛУГОВЫЕ ТРАВОСМЕСИ. М., «Колос»,  
1972.

287 с. с илл.

УДК 633.9/3

Редактор Е. С. Монова

Художник Ю. Н. Зеленков

Художественный редактор С. Н. Томилин

Технический редактор Л. М. Володченкова

Корректор М. И. Бышев

Сдано в набор 22. XII 1971 г. Подписано к печати 18/IV 1972 г. Формат 84×108<sup>1</sup>/<sub>2</sub>. Бумага тип. № 3. Печ. л. 9(15,12). Уч.-изд. л. 15,55. Изд. № 32. Т. п. 1972 г. № 79. Тираж 29 000 экз. Заказ № 547. Цена 61 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Колос», Москва, К-31,  
ул. Дзержинского, д. 1/19.

Белоцерковская книжная типография Комитета по печати при Совете Министров УССР,  
ул. К. Маркса, 4.