
УДК 633.2:631 (471.33)

**ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ АДАПТИВНОГО
КОРМОПРОИЗВОДСТВА В РОССИИ**

Т.В. Кулаковская, доктор сельскохозяйственных наук
(Всероссийский НИИ кормов им. В.Р. Вильямса)

По мнению большинства ученых, в настоящее время в России, как и во всем мире, в связи с экономической и экологической целесообразностью формируется стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства, которая в конечном итоге ориентирована на низкозатратность, устойчивость и рациональное природопользование. Эволюционно-аналоговый подход, являющийся основой данной стратегии, позволяет в полном объеме использовать благоприятные природные условия различных экосистем, снижая воздействие негативных процессов. Этот подход базируется на достаточно хорошем уровне научного информационного обеспечения и использовании новейших достижений сельскохозяйственной биотехнологии.

В России, по данным земельного учета, площадь природных кормовых угодий составляет более 41,0 % сельскохозяйственных угодий, а вместе с оленьими пастбищами и угодьями, побочно используемыми на кормовые цели, их участие равно 1/4 всей территории страны. В связи с этим изучение природных кормовых угодий и оценка их ресурсно-экологического потенциала является вопросом государственной важности и приоритетным направлением в работе ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса.

Исторически сложилось так, что институт занимался изучением, оценкой и картографированием природных кормовых угодий. Учеными ВНИИК было сформировано типологическое направление в геоботанике, которое базировалось на изучении растительности во взаимосвязи со средой обитания и оценке ее в кормовом отношении, а также создана своя геоботаническая школа, основанная на принципах комплексного фитотопозологического подхода к оценке сельскохозяйственных угодий. Ее теоретической базой было учение Л.Г. Раменского «О природных типах земель». В настоящее время развитие геоботаники, экологии и становление агроландшафтоведения способствуют сближению этих научных направлений в комплексном изучении агроэкосистем. Результатом деятельности специалистов-геоботаников ВНИИ кормов является разработанная в 1996-2000 гг. агроэкологическая классификация при-

родных кормовых угодий, которая является более детальным динамическим вариантом фитотопозологической классификации на уровне модификаций (И.А. Трофимов и др., 1999).

Стратегией адаптивного сельскохозяйственного природопользования XXI в. России является целенаправленная оптимальная пространственно-временная организация современных агроландшафтов, соответствующая их естественной структуре и динамике. В связи с этим учеными ВНИИ кормов разработаны методологические основы и принципы агроландшафтно-экологического районирования природных кормовых угодий России и в настоящее время они приступают к проведению третьего районирования в стране (1932-1935 и 1975-1980 гг.).

Актуальным в области картографирования и мониторинга кормовых угодий исследователи института считают информационное обеспечение адаптивного управления природными кормовыми угодьями на базе агрогеосистемного подхода и соответственное их отражение в системе картографических моделей. Вместо традиционного информационного обеспечения управления природными кормовыми угодьями, основанного на трех типах карт (природные кормовые угодья, хозяйственное состояние, рациональное использование), предлагается создание по результатам аэрокосмического картографирования и мониторинга новой серии из пяти и более типов карт (районирование, динамика продуктивности, оценка экологического состояния, динамика негативных процессов, реакция на антропогенные воздействия, прогноз ведения природных кормовых угодий). Разработка более современной информационной системы на основе новой серии карт, по мнению И.А. Трофимова (2001), будет способствовать рациональному использованию, улучшению и охране природных кормовых угодий, а также даст возможность оперативно реагировать на динамические изменения и контролировать экологическое состояние в пределах страны.

Наряду с изучением и оценкой естественных угодий России важным аспектом 80-летней научной деятельности ВНИИ кормов в области луговодства является разработка технологий и приемов улучшения природных кормовых угодий, а также создание сеяных сенокосов и пастбищ.

К настоящему времени по совокупности применяемых антропогенных факторов в условиях природных и сеяных травостоев учеными ВНИИК предложено восемь технологических систем ведения сенокосов и пастбищ: примитивная (кормодобывание по А.М. Дмитриеву), техногенная, химическая (минеральная), техногенно-минеральная, интегрированная, техногенно-органическая, биологическая и комбинированная. Результаты длитель-

ного применения технологий различного уровня интенсивности получены в ходе длительных исследований (52-56 лет) на долголетнем сеянном сенокосе (посев 1946 г.) при использовании 7-компонентной травосмеси с нормой высева 28 кг/га. Данные экспериментальной работы показали, что в зависимости от обеспеченности хозяйства ресурсами в условиях суходольных сенокосов нечерноземной зоны необходимо использовать многовариантные системы, позволяющие сохранить продуктивное долголетие на протяжении 51-55 лет использования без перезалужения и подсева, что позволяет экономить капитальные вложения в 8-13 раз.

Учение В.Р. Вильямса о смене фаз развития луговой растительности (корневищная-рыхлокустовая-плотнокустовая) получило дальнейшее развитие в работах ученых ВНИИК. В условиях суходольного типа местообитания отмечено сохранение корневищной стадии луговых растений на протяжении 65 лет при заповедном режиме использования (на основе вейника наземного и лисохвоста лугового) и в условиях техногенно-минеральной системы ведения сенокоса (на основе лисохвоста лугового и костреца безостого). Следовательно, возрастной потенциал этих трав не исчерпан, а сенильная стадия у данных видов не наступила, ибо показатели продуктивности достаточно высокие и составляют от 4 до 9 т/га сухого вещества (СВ).

По мнению А.А. Кутузовой и др. (2002 г.), краткосрочное использование бобово-злаковых травостоев, несмотря на ограниченное продуктивное долголетие, является важным фактором биологизации и интенсификации луговодства. В сумме за 5 лет пастбищного использования в расчете на 1 кг клеверов получено от 446 до 1217 корм. ед.

Высокие показатели окупаемости антропогенных затрат (139-355%) сбором обменной энергии в произведенном корме (при потреблении его животными) являются достоверным обоснованием для использования биологического источника азота в различных системах ведения культурных пастбищ. Ученые ВНИИК впервые определили равноценность потенциала биологической и интегрированной (техногенно-минеральной - фон РК) систем ведения сенокосов и пастбищ, что в конечном итоге обеспечивает высокое качество корма и повышает природоохранное значение сенокосов и пастбищ в агроландшафте.

В продолжение развития учения В.Р. Вильямса о дерновом почвообразовательном процессе на сенокосах и пастбищах исследователями института установлено прогрессирующее накопление подземной массы на сенокосах только в первоначальный период, а с третьего десятилетия

отмечается стабилизация процесса. Запас корней в почве с возрастом увеличивается, но скорость накопления во времени снижается, что свидетельствует о закреплении питательных веществ корневыми массами и является проявлением одной из сторон дерновообразовательного процесса.

В связи с разработкой новой методики комплексной оценки эффективности производства валовой энергии в луговых агроэкосистемах (А.А. Кутузова, Л.С. Трофимова, 2000) ученые института определили наличие взаимосвязи фотосинтеза и антропогенных факторов при различной продолжительности использования луговых фитоценозов (от 5 до 50 лет). Целостная оценка показателей в агроэкосистеме с учетом фотосинтеза (надземная и подземная масса, плодородие почвы на основе баланса гумуса и азота) позволяет определить производство валовой энергии и показывает достоверно обоснованную и полную характеристику луговых фитоценозов. Увеличение производства валовой энергии на фоне взаимодействия фотосинтеза фитоценозов и антропогенных факторов (с 93 до 168 ГДж/га в среднем за год) отражает значимость луговых агроэкосистем для возобновления запасов энергии сегодня, в период снижения невозобновляемых ресурсов в биосфере.

Практические вопросы лугового травосеяния разрабатывались с начала становления института. В.Р. Вильямс (1931) и А.М. Дмитриев (1941) сформулировали основные принципы по составу травосмесей, а И.П. Мина (1972) развила эти положения с учетом ценологических особенностей популяций многолетних трав. В последующем А.А. Зотов и др. (1989) рекомендовали осуществлять подбор травосмесей с учетом районированных сортов. В настоящее время с целью развития конвейерного производства кормов на сенокосах и пастбищах, а также оптимизации использования биологического и минерального азота в луговодстве получил развитие принцип сочетания долголетних злаковых (раннеспелых и среднеспелых) и краткосрочных (в основном бобово-злаковых) фитоценозов.

Использование корневищных самовозобновляющихся видов злаковых трав в ранне- и среднеспелых травосмесях (двух- и трехчлены) обеспечивает при трех укосах (на фоне $N_{240}P_{90}K_{216}$ за сезон) получение 7,1-7,9 тыс. корм. ед. с 1 га при сохранении их долголетия в течение 19 лет, что свидетельствует о неполной реализации биологического потенциала продуктивности данных растений. Результаты агроэнергетической и экономической оценки данных фитоценозов, используемых на сенаж, с учетом технологических потерь (25%) показали высокую экономическую эффективность создания трехукосных самовозобновляющихся агроценозов в течение 19 лет.

В ходе многолетнего (1993-2001 гг.) опыта Н.В. Жезмер и др. установили преимущество (экономия посевного материала) двухкомпонентной (ежа сборная 8 кг + мятлик луговой 2 кг) и трехчленной травосмесей (с дополнением тимфеевки луговой или овсяницы луговой 4 кг), которые устойчивы к инвазиям и обеспечивают получение раннего корма уже в первом цикле стравливания (15-26 мая). Позднеспелые, самовозобновляющиеся травосмеси разработаны учеными ВНИИК с учетом биологических особенностей вегетативного и семенного возобновления мятлика лугового (2-4 кг) и клевера ползучего (2-4 кг), а также комплиментарности и ценогической активности этих растений.

На позднеспелых бобово-злаковых травостоях в условиях пастбища при перезалужении раз в 5-6 лет возникает клевероутомление, вызываемое накоплением поражения клеверов корневой гнилью. Исследователи института разработали интегрированную систему защиты на базе смены предшественника с бобово-злакового на злаковый, проведения обязательного предпосевного протравливания семян и обработку травостоя в первый год жизни. В результате проявился фитомелиоративный эффект последствия бобово-злаковой дернины на продуктивность злакового травостоя.

В 26-летних исследованиях продуктивности неорошаемых суходольных пастбищ, расположенных на бедных дерново-подзолистых, среднесуглинистых почвах, ученые института установили, что наиболее высокая окупаемость удобрений прибавкой урожая (17,1 корм. ед. на 1 кг д. в. удобрений) имеет место при подкормке злаковых трав из расчета $N_{120}P_{45}K_{90}$. При использовании азотных удобрений ($N_{150-240}$ за сезон) на злаковых травостоях основную долю совокупных затрат (50-60%) составляют именно они. В связи с этим наиболее рациональным является использование биологического источника азота за счет создания бобово-злаковых травостоев на отдельных загонах и чередования их со злаковыми при выпасе.

Результаты 11-летней экспериментальной работы показали одинаковую урожайность (5,4-5,9 т/га СВ) разновозрастных (1-11, 7-17, 13-23 лет) бобово-злаковых травостоев при выпасе 3-4 цикла за сезон и ежегодном использовании удобрений в дозе $P_{60}K_{120}$. Урожайность в этом же опыте злаковых травостоев также была одинакова (7,4-7,9 т/га СВ), но при использовании полного удобрения $N_{120}P_{60}K_{120}$. Однако в первом случае окупаемость антропогенных затрат сбором обменной энергии увеличилась в 7-8 раз, а во втором – только в 3 раза.

Ученые ВНИИК экспериментально установили реальность многолетнего использования пастбищ до 23 лет без уменьшения продуктивно-

сти, что дает возможность не проводить ранее рекомендованные 4 пере-залужения (через 5-6 лет) и экономить капитальные вложения в условиях минимальных инвестиций.

Общепринятое мнение о преимуществе загонного выпаса над бес-системным исследователи подтвердили вновь, указывая на прирост жи-вой массы КРС в 34% в первом случае. Дополнением к этому является 15%-ная прибавка удоя при выпасе коров на пастбище с 8 загонами по сравнению с 4. В случае порционного выпаса скота (4 головы на 1 га) отмечено увеличение продуктивности травостоя на 11% по сравнению с загонным. При увеличении нагрузки скота (5,6 головы на 1 га) привес живой массы был выше на 25%, а продуктивность пастбища на 18%. Среднесуточные привесы живой массы животных в случае порционного выпаса повысились с 579 до 633 г на голову по сравнению с загонным, при очень близких показателях совокупных затрат антропогенной энер-гии, ибо дополнительные затраты на организацию порционного выпаса составляют не более 3% от среднегодовых затрат.

Комплексные исследования луговодов, зоотехников, ветеринаров института показали, что выпас животных улучшает гематологические показатели. В крови повышается содержание гемоглобина (с 10,3 до 11,2%), кальция (с 9,9 до 11,0 %), но при использовании злакового тра-востоя в крови отмечено увеличение мочевины на 6 % по сравнению со скармливанием бобово-злакового пастбища. В этом случае необходима подкормка углеводистыми кормами с целью увеличения биоконверсии азотистых веществ и улучшения обмена азота.

В современных условиях рыночной экономики при росте цен на различные ресурсы ученые ВНИИК и его опытных станций провели новые научно-производственные опыты по определению экономических показателей пастбищного и стойлового содержания коров в летний пе-риод. Установлено, что при стойловом содержании требуется в 1,6-2,3 раза больше совокупных энергозатрат антропогенной энергии, в 6,9 раза больше затрат ГСМ, в 2 раза увеличиваются трудовые затраты механизаторов (А.А. Кутузова и др., 1997). Среднегодовые затраты на органи-зацию выпаса животных (4 тыс. корм. ед. с 1 га) составляют 3 ГДж, а при скармливании травы с этой же площади в кормушках 12-13 ГДж, что свидетельствует в пользу пастбищного содержания животных.

Качество корма, получаемого на сенокосах и пастбищах, определяет видовой состав травостоя. В последние годы ученые ВНИИК обратили вни-мание на подбор не только видов трав, но и их сортовой набор. На западе

уже используют двух- и одновидовые травостои разносозревающих сортов, т.е. растительный конвейер на базе широкого сортового ассортимента.

В системе кормопроизводства ВНИИК селекция кормовых растений базируется на адаптивных эколого-эволюционных принципах, что обусловлено разнообразием природной зональности и дестабилизацией экологической среды в настоящее время. В связи с этим селекционные программы сориентированы на создание специализированных сортов, способных произрастать на кислых, влажных, затопляемых, соленых, сухих, песчаных и др. почвах, обеспечивая хорошие показатели продуктивности с высоким адаптивным потенциалом (З.Ш. Шамсутдинов и др., 1999). Селекционная стратегия института основывается на селекционной практике фитоценотического, экотипического, эдафического, симбиотического методов и совершенствовании современных методов полиплоидной, мутационной, клеточной селекции и отдаленной гибридизации кормовых растений (А.А. Жученко, 1999, З.Ш. Шамсутдинов и др., 1997).

Долгие годы создание сортов проводили в условиях монокультуры, избегая межвидовой конкуренции, что не позволяло растениям проявить в полной мере свой адаптивный потенциал. Развитие учения о фитоценозах, биогеоценозах, адаптивной стратегии ориентирует ученых на создание фитоценотически сбалансированных кормовых агроэкосистем, состоящих из разных видов и сортов, подобно естественным биогеоценозам. На основе фитоценотической селекции создан сорт люцерны Луговая 67, который является устойчивым в многовидовых травостоях с сохранением фитоценотического долголетия (содержание 40-45% на 4-5-й год пользования) и высокой продуктивности (10-12 т с/га СВ и 2,5 т белка с 1 га). С помощью эдафической селекции создаются сорта кормовых растений, устойчивые в условиях кислой и засоленной почвы. За последние годы в институте созданы сорта: клевера лугового (с. Топаз) для почвенных условий рН-4,5-4,8 (М.Ю. Новоселов, 1999), люцерны (с. Селена), произрастающей при рН меньше 4 (Ю.М. Писковацкий, 2001). Проведен отбор кормовых видов галофитов, в частности солончакового пырея, которые обеспечивают при орошении соленой водой до 10 т сена с 1 га.

Многолетние исследования ученых ВНИИК в разных зональных условиях позволили выявить широкую амплитуду экотипического полиморфизма местных популяций злаковых и бобовых трав. На базе экотипов создано почти 50% селекционных сортов клевера и аридных растений.

Мобилизация биологических резервов селекции способствует развитию симбиотической селекции кормовых культур и направлена на

повышение эффективности симбиоза. Длительное время работы в этом направлении были приоритетом микробиологов, что привело к недооценке роли растения-хозяина. Более поздние исследования позволили установить, что характер симбиоза определяет совместимость генов партнеров, что направило селекционеров на разработку комплементарных комбинаций генотипов макро- и микросимбиотина. Ученые ВНИИК разработали способ создания селекционного материала люцерны с повышенной азотфиксирующей способностью, основанный на двукратном отборе (Ю.М. Писковацкий, Г.В. Степанова, 2000). Повышенной симбиотической эффективностью при обработке специфическими расами клубеньковых бактерий отличаются новые сорта люцерны Пастбищная 88, клевера Марс, Ранний-2, обеспечивающие увеличение продуктивности в сухом веществе на 20-33,4% и сбора протеина на 19-44,6%.

Исследователи института ведут работы по симбиотической селекции многолетних бобовых и злаковых трав с микоризными грибами. В России и странах СНГ из 3425 изученных видов микоризу отметили у 79,1% (И.А. Селиванов, 1981). В экспериментах установили положительное воздействие микоризы на растения в процессе усвоения из почвы элементов питания, особенно фосфора.

К настоящему моменту с учетом эколого-эволюционного подхода в селекции в институте создано более 20 сортов разных видов растений. Клевер луговой, Ранний-2, Трио, Марс – ультраскороспелые зимостойкие сорта, созревающие на 2-4 недели раньше стандартных сортов, и потребляющие на 300°C меньше тепла, что позволяет получать семена в более северных условиях (М.Ю. Новоселов, 1999).

В институте созданы более 40 ценных сортов многолетних злаковых трав. Из них выделяются тетраплоидный сорт райграсса пастбищного ВИК-66. Пригоден для трехукосного использования или четырехукосного срамливания в условиях Нечерноземья при внесении N₁₈₀, урожайность 11,0 т/га, семян 5-7 ц/га. Содержание сырого протеина – 16,7%, водорастворимых углеводов – 15,7%, переваримость сухого вещества 74-75%. Межродовой гибрид ВИК-90 (овсянице-райграссовый) в первый год пользования обеспечивает урожайность 14 т/га СВ, семян – 6-8 ц/га. Путем скрещивания овсяницы луговой с тетраплоидным биотипом райграсса многоукосного получен межвидовой гибрид ВИК-90, урожайность которого в первый год пользования составила до 14 т/га СВ, семян – 6-8 ц/га. Содержание водорастворимых углеводов до 20,8%.

За последние 10 лет созданы 8 сортов вики яровой и озимой различной скороспелости. В новом сорте вики Луговская 98 зернофуражного типа

зерно не содержит антипитательных веществ. Создано новое поколение сортов вики с более северным ареалом обитания, что позволит повысить урожайность кормовых культур в районах с недостаточными теплоресурсами и стать дополнительным источником комбикормовой промышленности.

Для ученых-селекционеров исходный материал всегда является основой селекционной программы, поэтому совместные с исследователями ВНИИР экспедиции позволили обследовать свыше 600 000 га и собрать более 6 000 образцов семян дикорастущих видов трав. На данный момент генофонд кормовых растений института имеет около 6 тысяч единиц хранения и представлен 250 видами, в том числе 138 видов бобовых и 112 видов злаковых (Н.Н. Козлов и др., 2002). Жизнеспособность коллекции (2500 образцов кормовых растений) поддерживается в хранилище семян с регулируемой газовой средой при пониженном ($\approx 2,4\%$) содержании кислорода.

Методы создания исходного материала кормовых растений во ВНИИР включают: сбор природных генетических ресурсов и обмен ими с другими учреждениями. Экспериментальное создание генплазмы проводится с помощью разных методов: отбор (экоципов, популяций, биотипов, растений, гамет, клеток), гибридизация (отдаленная, внутривидовая, соматическая), мутагенез (генный, полиплоидия, аллоплоидия), трансгенез (посредством *Agrobacterium*, микроинъекций ДНК). В институте с 1998 г. начали формирование компьютерно-информационного банка (на основе пакета программ Microsoft Excel) паспортных и оценочных данных генплазмы злаковых и бобовых видов трав, хранящихся в коллекции. Завершается формирование страницы ВНИИ кормов в Internet с каталогом образцов для обмена в целях улучшения селекционной работы.

Институт земледелия и селекции и Институт мелиорации и луговодства НАН Беларуси используют для своей селекционной работы образцы семян из коллекции ВНИИР. В 2002 г. на основании совместного договора была организована полевая экспедиция ученых институтов с целью сбора дикорастущих семян кормовых растений на территории Беларуси. В перспективе планируется расширенная экспедиция с привлечением ученых разных институтов и учебных вузов для формирования обменного банка генплазмы и создания новых коллекций на базе дикорастущих кормовых растений, которые впоследствии будут использованы в селекционной практике ученых разных стран.

Литература

1. Адаптивное кормопроизводство: Проблемы и решения (к 80-летию ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса)./ Под ред. А.С. Шпакова, И.А. Трофимова, А.А. Кутузовой, З.Ш. Шамсутдинова, А.И. Фицева, Н.И. Георгиади. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2002.
2. Вильямс В.Р. Луговоеводство и кормовая площадь. 2-е изд. – М.-Л.: Госсельхозгиз. – 1931.
3. Дмитриев А.М. Луговоеводство с основами луговедения. – М.: Сельхозгиз, 1941.
4. Жученко А.А. Эволюционные, экологические и биоэнергетические подходы в адаптивной селекции и конструировании агроэкосистемы. Межд. симпозиум по селекции и семеноводству (1-4 марта 1999). Матер. докл. – М., 1999.
5. Зотов А.А., Жезмер Н.В., Кобыльченко Е.С. и др. Подбор травосмесей для сеяных сенокосов и пастбищ (практическое руководство). – М.: Агропромиздат, 1989.
6. Кутузова А.А., Зотов А.А., Тебердиев Д.М. и др. Повышение экономической эффективности угодий // Кормопроизводство. – 1997. – № 2.
7. Кутузова А.А., Трофимова Л.С. Методическое руководство по оценке потоков энергии в луговых агроэкосистемах. – М.: РАСХН, 2000.
8. Минина И.П. Луговые травосмеси. – М.: Колос, 1972.
9. Новоселов М.Ю. Селекция клевера лугового (*Trifolium pratense* L.). – М.: 1999.
10. Писковацкий Ю.М. Селекция люцерны на устойчивость к засоленным почвам // Проблемы мелиорации и орошаемого земледелия Юга России. – М., 2001.
11. Селиванов И.А. Микосимбиотрофизм как форма консортивных связей в растительном покрове Советского Союза. – М.: Наука, 1981.
12. Трофимов И.А. Методологические основы агрокосмического картографирования и мониторинга природных кормовых угодий. – М.: РАСХН, 2001.
13. Трофимов И.А., Яковлева Е.П., Лебедева Т.М. и др. Агроэкологическая классификация природных кормовых угодий России // Достижения науки и техники АПК. – 1999. – №4.
14. Шамсутдинов З.Ш., Новоселова А.С., Писковацкий Ю.М. и др. Состояние и перспективы исследований по селекции кормовых растений // С.-х. биология. – 1997. – №3.
15. Шамсутдинов З.Ш., Писковацкий Ю.М., Козлов Н.Н. и др. Экотипическая селекция кормовых культур. – М.: 1999.