Российская академия сельскохозяйственных наук
Всероссийский научно-исследовательский институт кормов имени В. Р. Вильямса

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ АДАПТИВНОЕ КОРМОПРОИЗВОДСТВО: СРЕДООБРАЗУЮЩИЕ ФУНКЦИИ КОРМОВЫХ РАСТЕНИЙ И ЭКОСИСТЕМ

Сборник научных трудов
Выпуск 1 (49)

Москва 2014

Российская академия сельскохозяйственных наук
Всероссийский научно-исследовательский институт кормов имени В. Р. Вильямса

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ АДАПТИВНОЕ КОРМОПРОИЗВОДСТВО: СРЕДООБРАЗУЮЩИЕ ФУНКЦИИ КОРМОВЫХ РАСТЕНИЙ И ЭКОСИСТЕМ

Сборник научных трудов
Выпуск 1 (49)

Москва 2014

УДК 633
М735

Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: средообразующие функции кормовых растений и экосистем : Сборник научных трудов, выпуск 1 (49) / Под редакцией члена-корреспондента Россельхозакадемии В. М. Косолапова, доктора сельскохозяйственных наук И. А. Трофимова, Н. И. Георгиади / Всероссийский научно-исследовательский институт кормов им. В. Р. Вильямса. — М. : Угрешская типография, 2014. — 128 с.

Развитие кормопроизводства в Российской Федерации является стратегическим направлением в ускоренном развитии всего сельского хозяйства: растениеводства, земледелия и животноводства. Оно дает огромные преимущества всему сельскому хозяйству. Кормопроизводство экономически выгодно, потому что в значительной степени основано на использовании природных сил, воспроизводимых ресурсов. Оно объединяет, связывает в единую систему все отрасли сельского хозяйства. Кормопроизводство также обеспечивает эффективное управление сельскохозяйственными землями, агроландшафтами, рациональное природопользование и охрану окружающей среды, поддерживает в сельском хозяйстве необходимый баланс отраслей. От уровня научно-технического прогресса кормопроизводства зависит многое в дальнейшем развитии сельского хозяйства и продовольственной безопасности страны.

Многолетние травы — основной объект изучения кормопроизводства. Животноводству они дают корма, растениеводству — эффективные севообороты и повышение урожайности зерновых и других культур, земледелию — повышение плодородия почв, сельскохозяйственным землям — устойчивость и стабильное производство продукции.

Благодаря многолетним травам, кормопроизводство, как никакая другая отрасль сельского хозяйства, основано на использовании природных сил, воспроизводимых ресурсов (энергии солнца, агроландшафтов, земель, плодородия почв, фотосинтеза трав, создания клубеньковыми бактериями биологического азота из воздуха).

Кормопроизводство — необходимое средство обеспечения продовольственной безопасности страны, жизнеобеспечения человека и среды его обитания.

В данном выпуске, подготовленном по материалам конференции, представлены статьи, посвященные общим вопросам кормопроизводства и луговодству.

ISBN 978-5-91850-093-4

© Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт кормов имени В.Р. Вильямса Российской академии сельскохозяйственных наук

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях социально-экономического развития страны, при нехватке средств и материальных ресурсов, все сельскохозяйственное производство должно ориентироваться на обеспечение своей адаптивности, устойчивости, ресурсосберегающей, средообразующей и природоохранной роли и базироваться на максимальном использовании научной информации, агроклиматических ресурсов, географических, биологических и экологических факторов.

Прежде всего, адаптивность нашего сельского хозяйства связана с многолетними травами, которые являются естественным растительным покровом кормовых угодий и основным объектом изучения кормопроизводства. Они обеспечивают устойчивость сельскохозяйственных земель к воздействию климата и негативных процессов, защищают их от воздействия стихий (засух, эрозии, дефляции).

Кормопроизводство — самая масштабная, многофункциональная и системообразующая отрасль сельского хозяйства. Оно определяет состояние животноводства и оказывает существенное влияние на решение ключевых проблем дальнейшего развития всей отрасли растениеводства, земледелия, рационального природопользования, повышения устойчивости агроэкосистем и агроландшафтов к воздействию климата и негативных процессов, сохранения ценных сельскохозяйственных угодий и воспроизводства плодородия почв, улучшения экологического состояния территории и охраны окружающей среды.

Кормовые экосистемы занимают огромные площади в России. Кормовые культуры (в основном кормовые травы) в разных природно-сельскохозяйственных зонах России занимают более 50 % из 121,4 млн га пашни, 92,0 млн га природных кормовых угодий и 325 млн га оленьих пастбищ, всего более ¾ сельскохозяйственных угодий или более ¼ части территории Российской Федерации.

Значение и функции природных кормовых экосистем в биосфере, агроландшафтах, сельском хозяйстве очень значительны. Луга и культура многолетних трав обеспечивают аккумуляцию солнечной энергии и накопление биомассы в биосфере и агроландшафтах, накопление углерода и гумуса, многообразие и биоразнообразие. Они обладают большой устойчивостью к внешней среде, изменению климата и погоды, соединяют в себе экономику, экологию и эстетику сельского хозяйства.

Кормовые агроэкосистемы (природные кормовые угодья, многолетние травы на пашне) дают разнообразные корма для животных, повышают плодородие почв, обогащают их гумусом и азотом, улучшают структуру почвы, снижают кислотность почвы, предотвращают эрозию почв, нормализуют водный режим агроэкосистем, повышают устойчи-

вость агроэкосистем к засухам, деградации почв и опустыниванию территории, увеличивают биоразнообразие агроландшафтов, улучшают фитосанитарную обстановку, укрепляют агроландшафты, повышают устойчивость и рентабельность сельского хозяйства, улучшают экологическую обстановку, оздоравливают окружающую среду, повышают ее эстетические свойства.

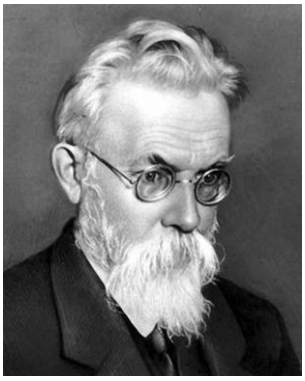
28 августа 2013 года Всероссийский научно-исследовательский институт кормов имени В. Р. Вильямса Россельхозакадемии совместно с Всероссийским научно-исследовательским институтом растениеводства имени Н. И. Вавилова Россельхозакадемии, Отделением Растениеводства Россельхозакадемии, Секцией средоулучшающих фитотехнологий Россельхозакадемии и Фондом имени А. Т. Болотова провели Международную научно-практическую конференцию на тему: «Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: средообразующие функции кормовых растений и экосистем».

Основные направления работы конференции:

1. Средообразующие функции кормовых растений и экосистем, перспективы их использования.
2. Средоулучшающие свойства кормовых растений и экосистем при действии биотических и абиотических стрессоров окружающей среды.
3. Генетика и селекция кормовых культур в связи с их средообразующими и средоулучшающими свойствами.
4. Перспективы использования кормовых растений и экосистем для улучшения среды обитания человека.

УДК 577.4; 633.2

В. В. Докучаев
1846–1903



В. И. Вернадский
1863–1945

В. Р. Вильямс
1863–1939

ПРИРОДОСОХРАНЯЮЩИЕ И СРЕДООБРАЗУЮЩИЕ ФУНКЦИИ МНОГОЛЕТНИХ КОРМОВЫХ РАСТЕНИЙ И ЭКОСИСТЕМ

К 150-летию со дня рождения учеников В. В. Докучаева — В. Р. Вильямса и В. И. Вернадского

В. М. Косолапов, член-корреспондент Россельхозакадемии,
И. А. Трофимов, доктор географических наук,
Л. С. Трофимова, кандидат сельскохозяйственных наук,
Е. П. Яковлева

Всероссийский научно-исследовательский институт кормов имени В. Р. Вильямса Россельхозакадемии, г. Лобня Московской области, Россия, vniikormov@nm.ru

С именами выдающихся русских ученых В. В. Докучаева, В. И. Вернадского и В. Р. Вильямса, посвятивших всю свою жизнь решению важнейшей проблемы сохранения земли, связан крупный прорыв в развитии биологии, географии, экологии, рационального природопользования, сельскохозяйственной науки и освоении в практике их результатов. Рассмотрены глобальные биосферные проблемы природопользования, в результате которого активизируется развитие негативных экологических процессов в агроландшафтах. Показаны пути рационального природопользования в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: *рациональное природопользование, растениеводство, земледелие, многолетние травы, агроландшафты*

Годом охраны окружающей среды был объявлен 2013 год, в соответствии с Указом президента России В. В. Путина № 1157 от 10.08.2012 «О проведении в Российской Федерации года охраны окружающей среды». Охрана окружающей среды ежегодно нужна России и всему миру, нужна всей нашей Земле. Глобальные вопросы по защите окружающей среды, сохранению нашей Земли и земельных ресурсов зреют уже веками. Человечество вплотную столкнулось с глобальными

биосферными проблемами, развитием негативных экологических процессов. ООН забила тревогу: так больше продолжаться не может. В 1972 и 1992 гг. состоялись сессии ООН по проблемам охраны окружающей среды. Разум человека давно понимает, что «нельзя рубить сук, на котором сидишь» и только в сбалансированном взаимодействии с Природой на основе ее законов можно найти выходы из сложившейся ситуации.

В настоящее время состояние сельскохозяйственных земель нашей планеты находится в критическом состоянии. Больше всего их выпадает из оборота вследствие эрозии. Более $^{2}/_{3}$ сельскохозяйственных угодий мира являются эрозионно опасными, $^{1}/_{3}$ — эродированными. За последние 120 лет в мире эрозии подверглось около 2,5 млрд га земель. Эрозия сопровождается процессом дегумификации почв. Гумус является одним из важнейших показателей почвенного плодородия. Плодородие почв на сельскохозяйственных землях неудовлетворительное, а в ряде регионов — критическое. Сокращение его запасов влечет за собой снижение урожайности сельскохозяйственных культур, истощение, деградацию и разрушение почв. Человечество ежегодно теряет около 7 млн га биологически продуктивных почв в результате деградации агроландшафтов. Деградация почв и агроландшафтов, которую называют «тихим кризисом планеты», в настоящее время представляет очень серьезную угрозу для всего живого на Земле [1].

Существенную роль в усилении эрозионных процессов играет интенсификация сельскохозяйственного производства с ориентацией на пропашные монокультуры и чистые пары, оголяющие почву, ослабляющие почвозащитные и противоэрозионные свойства агроэкосистем. Так, в Кукурузном поясе США, в самом плодородном его районе (юг штата Айова) за 100 лет потеряна уже половина плодородного пахотного слоя почвы [2]. Слой плодородного чернозема на северо-востоке Китая, где интенсивно возделываются кукуруза, рис, пшеница, за 50 лет сократился в 2 раза (с 1 м до менее 0,5 м) и продолжает сокращаться со скоростью 0,3–1,0 см в год. На черноземах России за 100 лет, по обобщенным данным, уменьшение запасов гумуса на пашне в пахотном слое 0–30 см составило в лесостепной зоне до 90 т/га (0,7–0,9 т/га в год), в степи — 50–70 т/га (0,5–0,7 т/га в год). За 100 лет черноземы России потеряли до 30–50 % гумуса [3].

В решение проблем сохранения земли наибольший вклад внесли выдающиеся ученые В. В. Докучаев и его ученики В. Р. Вильямс, который на протяжении всей жизни считал себя учеником и последователем В. В. Докучаева, и В. И. Вернадский — его прямой ученик, 150-летие со дня рождения которых мы отмечаем в этом году.

В. Р. Вильямс и В. И. Вернадский внесли особый вклад в познание биологической сущности почвообразования. Особая роль в почвообразовании принадлежит живым организмам, прежде всего зеленым растениям и микроорганизмам. Благодаря их воздействию осуществляются важнейшие процессы превращения горной породы в почву и формирование ее плодородия.

В начале XX века В. Р. Вильямс основал биологическое направление в изучении почв, создал учение о биологическом круговороте веществ, органическом веществе почвы и едином почвообразовательном процессе, управлении плодородием почв. Им внесено много важнейших элементов в новое докучаевское учение о почве и почвообразовании, открыты новые стороны в понимании почвы, значении многолетних трав в формировании почвенного плодородия, методологии почвоведения, создана новая наука — луговедение [4, 5].

По мнению академика Б. Б. Полынова, два исключительно выдающихся представителя нашей отечественной науки В. В. Докучаев и В. Р. Вильямс сыграли огромную роль в развитии естествознания и сельского хозяйства [6]. От генетического принципа почвообразования, который разрабатывали оба этих ученых, они пришли, по сути, к ландшафтно-аналоговому принципу управления сельскохозяйственными землями, познавая и используя законы природы, подражая природе, беря ее в свои союзники. Они были первыми, кто понял, что законами природы можно управлять, создали и применили свою систему управления сельскохозяйственными землями на практике.

В. В. Докучаев и В. Р. Вильямс разрабатывали систему управления сельскохозяйственными землями на основе системного подхода, исходя из новых принципов повышения не только их продуктивности, но и устойчивости. Они исходили из того, что сельскохозяйственные земли являются элементами ландшафта, сельскохозяйственной системы, единого целого живого организма, включающего и пашню, и луга, и леса, и воды. Все эти элементы тесно взаимосвязаны и влияют друг на друга. Продуктивность сельскохозяйственных угодий есть производное не только пахотных почв, а всего природного комплекса, а, значит, для управления ими нужны новые эффективные рычаги.

Системный подход в исследованиях и управлении сельскохозяйственными землями открывает огромные перспективы. Исследователь, — писал В. В. Докучаев в своей работе «Наши степи прежде и теперь» [7], – должен видеть «всю цельную и нераздельную природу, а не отдельные ее части, между которыми существует теснейшая связь».

Роль человека в агроэкосистеме и агроландшафте, в управлении ими неизмеримо высока. Она заключается в необходимости изучать законы развития природы и на их основе рационально управлять сельско-

хозяйственными землями, повышать их продуктивность и устойчивость. Нельзя неосознанно разрушать агроэкосистемы и агроландшафты, как делали многие поколения людей и целые цивилизации, подтачивая самые основы своего существования.

Создавая и совершенствуя систему управления агроландшафтами, В. Р. Вильямс создал учение о травопольной системе земледелия, основу которой составляют многолетние травы, луга (создающие, восстанавливающие плодородие сельскохозяйственных угодий) и поле (использующее это плодородие). «Травопольная система тем и ценна, — пишет В. Р. Вильямс (1948), — что она охватывает, объединяет, связывает все элементы производства в совершенно равновеликой мере. Она обращает внимание на все без исключения угодья, на все цехи сельскохозяйственного производства: на поля, на луга, на леса, на животноводство и мыслима в виде единой, целостной системы агрономических мероприятий» [4, 5].

По своей сути она является системой управления агроландшафтами (агроэкосистемами высшего порядка — системами систем) и использует многочисленные рычаги управления агроландшафтами, а не только пахотными землями. В. Р. Вильямс рассматривает травопольную систему земледелия как единый и неразрывный комплекс, который включает в себя следующие элементы управления агроландшафтами: 1) правильная организация сельскохозяйственной территории, где оптимизируются структура агроландшафтов, поле сочетается с лугом и лесом; 2) система севооборотов, где предусмотрена ротация, сочетание полевого и кормового севооборотов и рациональное использование земельных угодий; 3) система полезащитных лесных насаждений на водоразделах, по границам полей севооборотов, по склонам балок и оврагов, по берегам рек и озер, вокруг прудов и водоемов, а также облесение и закрепление песков; 4) система обработки почвы; 5) система применения органических и минеральных удобрений; 6) посев отборными семенами приспособленных к местным условиям высокоурожайных сортов сельскохозяйственных культур; 7) развитие орошения на базе использования вод местного стока путем строительства прудов и водоемов.

В. Р. Вильямс убедительно обосновывает важность и необходимость изучения и рационального использования многолетних трав, лугов, повышения плодородия почв и устойчивости земель для решения проблемы обеспечения продовольственной безопасности страны. «При беспрерывной культуре хлебных растений самое ценное свойство почвы стремится к падению, и нет более быстрого и верного пути к обнищанию, как путь беспрерывной культуры хлебных растений. Только корневая система многолетних растений способна взять на себя эту роль воссоздания прочности почвы» [8].

Травяные экосистемы из многолетних трав представляют собой важный компонент биосферы (по площадям, автотрофности, продуктивности), важную составную часть в инфраструктуре агроландшафта (ландшафтостабилизирующую, почво- и средоулучшающую), неисчерпаемый, воспроизводимый, автотрофный устойчивый ресурс (энергетический, кормовой). Многолетние травы в управлении агроландшафтами традиционно используют как один из наиболее эффективных факторов почвообразования, почвоулучшения и почвозащиты [9, 10].

Многолетние травяные экосистемы выполняют важнейшие продукционные, средообразующие и природоохранные функции в агроландшафтах и оказывают значительное влияние на экологическое состояние территории страны, способствуют сохранению и накоплению органического вещества в биосфере. Благодаря многолетним травам, кормопроизводство, как никакая другая отрасль сельского хозяйства, основано на использовании природных сил, воспроизводимых ресурсов (энергии солнца, агроландшафтов, земель, плодородия почв, фотосинтеза трав, создания клубеньковыми бактериями биологического азота из воздуха). Развитие эрозии, снижение плодородия почв и устойчивости сельскохозяйственных земель к негативным процессам связаны с разбалансированностью агроландшафтов, нарушением их структуры и функционирования. Потеря общего плодородия почв связана также с некомпенсируемым отчуждением с урожаем органических и минеральных веществ [11, 12].

Сохранение ценных сельскохозяйственных земель и плодородия почв возможно только при создании благоприятных условий для почвообразования и развития почвенной биоты, обеспечения активной жизнедеятельности основных почвообразователей — многолетних трав и микроорганизмов. Важнейшая почвообразующая роль многолетних трав связана с особенностью их корневой системы. У многолетних трав в степи масса корней превышает надземную массу, часть которой отчуждается с урожаем, на порядок и более. Отношение массы корней к надземной массе у многолетних трав в 30–50 раз больше, чем у однолетних растений. Корневая система многолетних растений образует прочную дернину, защищающую поверхность почвы от воздействия эрозии, засух. Она пронизывает и связывает разные горизонты почвы, образуя под землей как бы «густой тропический лес» из переплетенных корней. Почва, насыщенная корневой системой многолетних растений («этот густой тропический лес»), является уникальной средой обитания, источником питания и жизнедеятельности огромного разнообразия животных и микроорганизмов, общая масса которых составляет до 3–7 тонн/га. В 1 г плодородной почвы, насыщенной корнями растений, насчитываются десятки миллиардов микроорганизмов. Лучшие почвы ми-

ра — черноземы образовались под многолетней степной растительностью.

Многолетние травы создают и поддерживают комковатую или зернистую структуру почвы, что является одной из важнейших задач земледелия. При комковатой или зернистой структуре улучшаются водный и воздушный режимы почвы. Вода легче проникает в почву и лучше сохраняется в ней, чем в плотной, где она по капиллярам поднимается к поверхности и испаряется. Многолетние травы необходимы для восстановления почвенной структуры, которая неизбежно разрушается при возделывании только одних однолетних культур при высоких нагрузках на агроэкосистемы техники и химических средств. Смесь многолетних злаковых трав с многолетними бобовыми растениями играет важнейшую роль в почвообразовании, она снабжает почвы достаточным количеством необходимых для образования почвенной структуры перегноя и кальция и обеспечивает создание достаточно мощного структурного слоя почвы. Это замечательное свойство травосмесей из многолетних злаковых и бобовых трав позволяет управлять структурой и плодородием почв.

В. И. Вернадский, развивая идеи В. В. Докучаева, создал учение о биосфере, где жизнь является определяющим геологическим фактором развития, возрастающем влиянии научной мысли и деятельности человека в биосфере и ее преобразовании в ноосферу [13]. Основные предпосылки возникновения ноосферы: 1) расселение *Homo sapiens* по всей поверхности планеты и его победа в соревновании с другими биологическими видами; 2) развитие всепланетных систем связи, создание единой для человечества информационной системы; 3) открытие таких новых источников энергии как атомная, после чего деятельность человека становится важной геологической силой; 4) победа демократий и доступ к управлению широких народных масс; 5) все более широкое вовлечение людей в занятия наукой, что также делает человечество геологической силой.

Но одних предпосылок недостаточно. Сегодня необходимо активное участие человека в создании ноосферы. Основные принципы создания и существования ноосферы: 1) осознание людьми необходимости сохранения биосферы, цивилизации и человечества на Земле; 2) создание благоприятной среды обитания и ресурсов жизнеобеспечения; 3) экономное расходование и сбережение природных ресурсов; 4) переход к здоровому образу жизни и сокращение необязательного потребления; 5) забота о будущих поколениях.

Если корневую систему многолетних трав можно сравнить с «густым тропическим лесом» из переплетенных под землей корней, который создает в почве уникальную среду обитания, источники питания и жиз-

недеятельности огромного разнообразия животных и микроорганизмов почвообразователей, то почвы под однолетними культурами и чистыми парами можно сравнить с пустыней, с ее экстремальными условиями и обедненной почвообразовательной биотой. К этому добавляется еще ряд негативных факторов, разрушающих структуру почвы и угнетающих почвенную биоту, прежде всего многократную обработку почв тяжелыми машинами и высокую нагрузку ядохимикатами.

Обработка почв тяжелыми машинами, многократный оборот пласта почвы толщиной 25–30 см разрушают комковатую структуру, уплотняют подпахотный слой. Доля пылеватых частиц возрастает в выщелоченных и типичных черноземах до 60–65 % от объема почвы; капилляры становятся тонкими. Вследствие этого пахотный слой иссушается, насыщенность основаниями снижается до 80–85 %, главным образом, за счет потери кальция. Увеличивается гидролитическая кислотность почв.

Многолетние травы являются единственной группой сельскохозяйственных культур, способствующей расширенному воспроизводству органического вещества в почве. В этом состоит их важное преимущество по сравнению с однолетними культурами, особенно пропашными. В среднем по России плодородие почв (содержание гумуса) возрастает под многолетними травами (0,2–0,6 т/га в год) и снижается под однолетними культурами (0,4–1) и чистыми парами (1,5–2,5) [14].

Заложенные В. В. Докучаевым ландшафтно-экологические принципы хозяйственной деятельности получают развитие в современной методологии конструирования агроландшафтов и адаптивно-ландшафтного земледелия [15, 16]. Моделью созданных агроландшафтов является Докучаевский агроландшафтный комплекс в Каменной степи (Воронежский НИИСХ имени В. В. Докучаева), он охватывает все сельскохозяйственные, лесные, водные и другие угодья, существует около 120 лет. Дочерние агроландшафтные комплексы: Алтайский (Алтайский НИИСХ, ОПХ им. В. В. Докучаева, 40 лет); Волгоградский (ВНИАЛМИ, Нижнее-Волжский НИИСХ); Донской (Донской НИИСХ, Ростовская область); Красногвардейский районный комплекс (Белгородская область, более 25 лет); Красноярский (Красноярский НИИСХ); Курский многолетний стационар (ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии, г. Курск, 30 лет); Саратовский (НИИСХ Юго-Востока); Сибирский (Сибирский НИИ земледелия и химизации); Ставропольский (Ставропольский НИИСХ); Ульяновский (Ульяновский НИИСХ, ОПХ Новоникулинское, 40 лет); Хакасский (Хакасский НИИ АПК, более 50 лет); Челябинский (Челябинский НИИСХ, 20 лет) и др.

В Белгородской области, где в 2011 г. принята программа биологизации земледелия как составная часть программы экологизации сельского хозяйства, «в качестве важнейшей задачи выдвигается преодоле-

ние эрозионных процессов, получивших широкое развитие в сложных ландшафтах региона. При этом акцентируется внимание на первоочередном залесении овражно-балочной сети, освоении почвозащитных севооборотов с насыщением их многолетними травами, пожнивными посевами, расширении почвозащитных систем обработки почвы с оставлением на поверхности растительных остатков из измельченной соломы, выводе из активного оборота сильно эродированных земель с трансформацией их в сенокосы и пастбища. За счет реализации этих мероприятий представляется возможным получение положительного баланса сухого вещества в почве при выращивании сельскохозяйственных культур, что служит главным фактором сохранения и умножения плодородия почвы, а, следовательно, перевода всего сельского хозяйства на новые экологические стандарты» [17].

В общем виде биологизация подразумевает: **широкое внедрение травосеяния — до 25 % пашни**; массовое освоение бинарных посевов и сидеральных культур; сохранение пожнивных остатков на полях и внесение органических удобрений; отказ от глубокой обработки почвы, освоение нулевой, в крайнем случае, минимальной; минимизация применения минеральных удобрений и пестицидов.

Биологизация земледелия тесно связана с развитием животноводства. Более того, их гармонизация — необходимое условие биологизации. Только при наличии скотоводства можно оптимизировать набор культур в севооборотах, как в экономическом, так и экологическом аспектах, обеспечить системный эффект чередования зерновых и кормовых культур. При этом появляется возможность введения многолетних трав, которые, помимо кормового значения, чрезвычайно важны для повышения плодородия почв, защиты их от эрозии и оптимизации фитосанитарного состояния агроценозов. Интеграция земледелия и животноводства во многом решает проблему удобрения сельскохозяйственных культур и повышения биологической активности почвы.

По словам губернатора Белгородской области Е. С. Савченко [18]: «Главное, чем предстоит заняться на системной, глубоко научной основе в сельском хозяйстве, — это реализацией программы биологизации земледелия. Общий смысл этой программы хорошо известен, его афористически можно выразить следующими словами: «Глупый выращивает сорняки, умный выращивает хороший урожай, а мудрый повышает плодородие почвы». Наши земледельцы должны все быть мудрыми. Пока они у нас в большинстве своем умные, просто выращивают хороший урожай. А надо идти дальше — набираться мудрости. Повышение плодородия наших почв на основе биологизации земледелия позволит повысить урожай всех сельскохозяйственных культур, как минимум,

в 1,5, а то и в 2–2,5 раза, вот основной стержень нашей работы в предстоящем и в последующие годы».

Многолетние травы и травяные экосистемы из многолетних растений, с учетом их важной средообразующей роли в агроландшафтах, должны занимать на порядок большие площади в структуре посевных площадей и севооборотов для обеспечения устойчивости сельскохозяйственных земель и плодородия почв, стабильности растениеводства. Необходимая часть продукции многолетних трав должна использоваться для животноводства.

Однако в целом по стране наблюдается иная ситуация. Несбалансированность растениеводства и животноводства (межотраслевая и внутриотраслевая), низкая продуктивность и неустойчивость производства сельскохозяйственной продукции, снижение поголовья скота, которое повлекло за собой снижение посевов многолетних трав, дефицит кормов для животноводства (энергии, белка); деградация сельскохозяйственных земель (агроландшафтов): пашни, кормовых угодий, эрозия, потеря гумуса являются хроническими проблемами сельского хозяйства России.

В земледелии России сложился отрицательный баланс питательных веществ. Ежегодный их вынос из почвы вследствие сельскохозяйственной деятельности в 3 раза превышает их возврат с вносимыми минеральными и органическими удобрениями. В современном земледелии большая часть урожая формируется за счет ранее накопленных питательных веществ и мобилизации почвенного плодородия без достаточной компенсации выносимых с урожаем элементов питания [19].

По сравнению с зерновыми, которые имеют тенденцию к росту площадей и валовых сборов зерна, посевы кормовых культур за период 2001–2011 годы сократились с 21,2 до 14,5 % от всей посевной площади, в среднем, на 1,1 млн га в год [20].

Под многолетними травами занято 10,5 млн га или менее 60 % посевных площадей кормовых культур. Ежегодно высевается 0,35–0,40 млн га многолетних трав. Среди многолетних трав преобладают (более 50 %) старовозрастные травостои с низкой продуктивностью (13–15 ц/га сена). В целом по кормовым культурам низким остается удельный вес бобовых культур (не более 30 %), определяющих протеиновую питательность кормов и плодородие почв.

В научно обоснованных системах земледелия кормовые культуры, в первую очередь многолетние травы, являются основным источником углерода и азота для пополнения запасов гумуса, а также основным фактором защиты почв от эрозии.

Решение проблемы биологизации земледелия основывается, прежде всего, на расширении посевов бобовых культур и резком повыше-

нии их продуктивности. Недостаточная их доля в структуре посевных площадей и севооборотов не обеспечивает эффективную защиту сельскохозяйственных земель от воздействия засух, эрозии, дефляции и дегумификации.

Еще 120 лет назад В. В. Докучаев говорил [7]: – «… мало одной науки, техники и помощи государства. Нужны добрая воля, просвещенный взгляд на дело и любовь к земле самих земледельцев. Этому может помочь лишь школа и школа высшая, университетская».

Создание экологически устойчивой структуры и обеспечение нормального функционирования агроландшафтов являются в настоящее время первоочередными вопросами в решении проблем смягчения засух, уменьшения эрозии почв, оптимизации продуктивности сельскохозяйственных угодий и улучшения окружающей среды. Экологизация сельского хозяйства должна быть направлена на поддержание экологического равновесия в агроландшафтных системах. Соблюдение требований рационального природопользования, охраны окружающей среды и оптимизации управления агроландшафтами становится одним из основных условий повышения продуктивного долголетия агроэкосистем и эффективности сельскохозяйственного производства.

Рациональное природопользование в сельском хозяйстве оказывает существенное влияние на решение ключевых вопросов развития растениеводства, земледелия, животноводства, повышения устойчивости агроэкосистем и агроландшафтов к воздействию климата и негативных процессов, сохранения ценных сельскохозяйственных угодий и воспроизводства плодородия почв, улучшения экологического состояния территории и охраны окружающей среды. Важнейшая роль в сельском хозяйстве и рациональном природопользовании принадлежит основным почвообразователям — многолетним травяным экосистемам, которые выполняют важнейшие продукционные, средообразующие и природоохранные функции в агроландшафтах и оказывают значительное влияние на экологическое состояние территории страны, способствуют сохранению плодородия почв и накоплению органического вещества в биосфере.

Литература

1. Добровольский Г. В. Деградация почв – угроза глобального экологического кризиса // Век глобализации. – 2008. – № 2. – С. 54–65.
2. Назаренко В. И. Мировые экологические проблемы. – М. : ВНИИТЭИагропром, 1991. – 138 с.
3. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации. – М. : Роскомзем, 1993. – 95 с.
4. Вильямс В. Р. Собрание сочинений: В 12 т. — М. : Сельхозгиз, 1948–1953.
5. История науки. Василий Робертович Вильямс / В. М. Косолапов, И. А. Трофимов, Л. С. Трофимова, Е. П. Яковлева. – М. : Угрешская типография, 2011. – 76 с.

6. Полынов Б. Б. Роль В. В. Докучаева и В. Р. Вильямса в естествознании и сельском хозяйстве / Академик Б. Б. Полынов. Избранные труды. − М. : Изд-во АН СССР, 1956. − С. 726−740.
7. Докучаев В. В. Наши степи прежде и теперь. – М. : Сельхозгиз, 1953. – 152 с.
8. Вильямс В. Р. План организации курсов департамента земледелия при Московском сельскохозяйственном институте для подготовки специалистов по луговодству и культуре кормовых растений, показательного хозяйства при них и объяснительная к нему записка. − М. : Типо-лит. В. Рихтеръ, Тверская, Мамоновскій пер., соб. домъ, 1915. − 62 с.
9. Трофимов И. А., Косолапов В. М., Савченко И. В., Трофимова Л. С., Яковлева Е. П., Лебедева Т. М. Агроландшафтно-экологическое районирование кормовых угодий и стратегия управления агроландшафтами Волго-Вятского экономического района // Кормопроизводство. –2009. – № 1. – С. 2–10.
10. Трофимова Л. С., Трофимов И. А., Яковлева Е. П. Агроландшафтно-экологическое районирование кормовых угодий Северо-Западного природно-экономического района Российской Федерации // Кормопроизводство. – 2010. – № 8. – С. 10–13.
11. Трофимов И. А., Трофимова Л. С., Лебедева Т. М., Яковлева Е. П. Агроландшафтно-экологическое районирование и оптимизация агроландшафтов Поволжского экономического района // Поволжский экологический журнал. – 2005. – № 3. – С. 292–304.
12. Трофимов И. А., Трофимова Л. С., Яковлева Е. П., Лебедева Т. М. Стратегия управления агроландшафтами Поволжья // Поволжский экологический журнал. – 2008. – № 4. – С. 351–360.
13. Вернадский В. И. Биосфера и ноосфера. – М. : Айрис-пресс, 2012. – 576 с.
14. Концепция сохранения и повышения плодородия почвы на основе биологизации полевого кормопроизводства по природно-экономическим районам России. – М. : Информагротех, 1999. – 108 с.
15. Кирюшин В. И. Экологизация земледелия и технологическая политика. – М., 2000. – 473 с.
16. Каштанов А. Н. Земледелие. Избранные труды. – М. : Россельхозакадемия, 2008. – 686 с.
17. Кирюшин В. И. Проблема экологизации земледелия в России (Белгородская модель) // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 12. – С. 3–9.
18. Савченко Е. С. Продолжаем уверенное движение вперед // Экономика сельского хозяйства России. – 2013. – № 3 – С. 17–20.
19. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения. – М. : ФБГНУ «Росинформагротех», 2011. – 148 с.
20. Шпаков А. С., Воловик В. Т. Основные факторы продуктивности кормовых культур // Кормопроизводство. – 2012. – № 6. – С. 17–19.

V. M. Kosolapov, I. A. Trofimov, L. S. Trofimova, E. P. Yakovleva

Nature saves and habitat functions perennial fodder plants and ecosystems. On the 150th anniversary of the birth of V. V. Dokuchaevs pupils — V. R. Williams and V. I. Vernadsky

The names of prominent Russian scientists V. V. Dokuchaev, V. R. Williams, and V. I. Vernadsky, dedicated their lives to solving the most important problems of conservation land, linked a major breakthrough in the development of biology, geography, ecology,

environmental management, agricultural science and development in the practice of their results. Consider the global biosphere problems of nature, which is activated as a result of the development of negative ecological processes in agricultural landscapes. The ways of environmental management in agriculture.
Keywords: *environmental management, crops, farming, perennial grasses, agricultural landscapes*

УДК 577.4; 633.2

ЗНАЧЕНИЕ КОРМОПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТРАНЫ

В. М. Косолапов, член-корреспондент Россельхозакадемии,
И. А. Трофимов, доктор географических наук,
Л. С. Трофимова, кандидат сельскохозяйственных наук,
Е. П. Яковлева

Всероссийский научно-исследовательский институт кормов имени В. Р. Вильямса Россельхозакадемии, г. Лобня Московской области, Россия, vniikormov@nm.ru

Основа системы продовольственной безопасности России лежит в сельском хозяйстве, в сбалансированном развитии отечественного растениеводства, животноводства, земледелия, структуры посевных площадей, севооборотов и агроландшафтов, всего АПК. Кормопроизводство объединяет в единую систему все отрасли сельского хозяйства, обеспечивает эффективное управление сельскохозяйственными землями и агроландшафтами, рациональное природопользование, охрану окружающей среды и здоровье нации.
Ключевые слова: *продовольственная безопасность, кормопроизводство, корма, животноводство, растениеводство, земледелие, продуктивность и устойчивость агроландшафтов, рациональное природопользование*

Низкая продуктивность и неустойчивость производства продукции растениеводства и животноводства, снижение поголовья скота, дефицит кормов для животноводства (энергии, белка); затратность и неконкурентоспособность производства молока и говядины; деградация сельскохозяйственных земель (агроландшафтов): пашни, кормовых угодий, эрозия, потеря гумуса являются хроническими проблемами сельского хозяйства России [1–5].

Россия испытывает острую потребность в отечественном молоке и мясе. В то же время наша страна располагает дешевыми, воспроизводимыми, огромными лугопастбищными ресурсами, которые являются основным кормом для травоядных животных, но их огромный потенциал практически не реализуется. С другой стороны вкладываются большие средства, техногенные и трудовые ресурсы на получение зерна ($^2/_3$ которого идет на фураж) высокоэнергетических и белковых кормов на пашне.

В современных условиях развития АПК, при острой нехватке средств и материальных ресурсов, решение проблемы обеспечения продовольственной безопасности должно базироваться на максимальном использовании природно-климатических ресурсов, биологических и экологических факторов.

Обширность территории нашей великой России и большое разнообразие природно-климатических условий, ландшафтов, почв являются нашими важнейшими стратегическими ресурсами. Умение наилучшим образом использовать это свое преимущество, управлять этими возобновляемыми ресурсами, опираясь на их природные особенности, создавать ландшафтно-дифференцированные сорта и технологии — необходимые условия создания сильного и устойчивого сельского хозяйства.

Кормовые экосистемы (пастбища и сенокосы, многолетние травы на пашне) занимают в России значительные площади и играют важнейшую роль не только в кормопроизводстве, но и в рациональном природопользовании. Являясь одним из основных компонентов биосферы, они выполняют важнейшие продукционные, средостабилизирующие и природоохранные функции в агроландшафтах и оказывают значительное влияние на экологическое состояние территории страны. Кормопроизводство объединяет, связывает воедино растениеводство, земледелие и животноводство, экологию, рациональное природопользование и охрану окружающей среды.

Кормопроизводство, занимающее значительную часть всей площади сельскохозяйственных угодий, является одним из ведущих стабилизирующих факторов, с помощью которого можно оптимизировать нарушенные агроландшафты. Масштабность кормопроизводства, а также высокая фитомелиоративная роль многолетних трав на пашне, сенокосах и пастбищах позволяют устранить многие деструктивные процессы, резко снизить эрозию, повысить плодородие почв и урожайность последующих культур [6–8].

В России с ее обширной территорией, разнообразными природными и экономическими условиями кормовая база не может быть универсальной. Она должна быть адаптирована к природным условиям, дифференцирована по регионам и по хозяйствам с разной степенью интенсификации животноводства. Создание кормовой базы для животноводства связано с расширением производства кормовых культур, зернобобовых и бобовых культур, однолетних и многолетних трав, изменением структуры севооборотов, рациональным использованием природных кормовых угодий, созданием высокопродуктивных сеяных сенокосов и пастбищ, решением вопросов заготовки, хранения и использования кормов и многих других. Потенциал научных разработок по кормопроизводству позволяет ликвидировать имеющийся в настоящее время де-

фицит кормового белка и получать корма высокого качества. Учеными страны созданы высокопродуктивные сорта кормовых культур, эффективные технологии их выращивания и заготовки, хранения в длительный зимний период и использования с наибольшей отдачей.

Адаптивность нашего сельского хозяйства связана с многолетними травами, которые являются естественным растительным покровом кормовых угодий, созданным миллионами лет эволюции. Они обеспечивают устойчивость сельскохозяйственных земель к воздействию климата и негативных процессов; защищают их от воздействия стихий (засух, эрозии, дефляции).

Многолетние травы — основной объект изучения кормопроизводства. Животноводству они дают корма, растениеводству — эффективные севообороты и повышение урожайности зерновых и других культур, земледелию — повышение плодородия почв, сельскохозяйственным землям — устойчивость и стабильное производство продукции. Благодаря многолетним травам, кормопроизводство, как никакая другая отрасль сельского хозяйства, основано на использовании природных сил, воспроизводимых ресурсов (энергии солнца, агроландшафтов, земель, плодородия почв, фотосинтеза трав, создания клубеньковыми бактериями биологического азота из воздуха).

Эффективность сельского хозяйства — результат взаимодействия Человека и Природы. Однолетние зерновые культуры (пшеница, рис) составляют основу питания Человека. Они необходимы, но они ослабляют агроландшафты и разрушают почву. Многолетние травы — основа питания Земли и защита ее от воздействия негативных процессов. Они обеспечивают продуктивность и устойчивость сельскохозяйственных земель и агроландшафтов, повышение плодородия почв, эффективность всего сельского хозяйства. Решение может быть только одно. Сбалансированное соотношение зерновых культур и многолетних трав.

Наш генофонд растений уникален по своему разнообразию, устойчивости к неблагоприятным факторам среды (морозоустойчивости, засухоустойчивости и др.), болезням и вредителям. Важнейшей нашей задачей является собрать и сохранить — мобилизовать тот уникальный, богатейший генофонд кормовых трав, которые произрастают на территории России.

На каждой земле лучше выращивать то, к чему она наиболее наиспособна. На нашей Российской земле наиболее адаптированными, устойчивыми и стабильными по продуктивности могут быть только наши отечественные сорта. Иностранные сорта могут иметь только ограниченное применение.

К условиям Российской земли, нашим травам и нашим кормам лучше всего приспособлены отечественные породы скота. Они могут

обеспечить оптимальную продуктивность, воспроизводство стада и стабильное производство животноводческой продукции.

Невозможно обеспечить продовольственную безопасность страны, делая ставку на импортный скот. Для него требуются свои рационы, свои корма, высокоэнергетические и высокобелковые (соя и кукуруза), которые наша земля может производить только в ограниченных количествах. Невозможно обеспечить продовольственную безопасность страны, делая ставку на импорт кормов.

У нас есть свои российские культуры, на основе которых селекционеры могут создавать сорта богатые белком и энергией. Это люпин, вика, бобы, горох. Но основу корма травоядных животных должны составлять многолетние травы. Парадокс, но сегодня нашим травоядным животным не хватает травы. В результате мы получаем несбалансированность кормления скота. В ряде наших передовых хозяйств, которыми мы по праву гордимся, получают 8–10 тыс. литров молока от коровы. Но какой ценой? За счет избыточного кормления концентратами при недостатке травяного корма, нарушения баланса питательных веществ, ухудшения здоровья животных и снижения продолжительности жизни и продуктивного долголетия высокоудойных коров до двух лактаций.

Оптимальную продуктивность — 5,5–6 тыс. литров молока от коровы мы можем обеспечить, используя свои отечественные породы скота. Отечественные породы скота, адаптированные к местным условиям, есть во многих регионах. Они лучше приспособлены и к нашим кормам. Нужно делать ставку в первую очередь на отечественные породы скота, их разнообразие и региональную дифференциацию. И, конечно, необходимо разводить мясные породы скота. Баланс между молочными и мясными породами скота у нас сильно нарушен.

Огромный ресурсный потенциал заключен и в пастбищном содержании травоядных животных. Это их естественный, созданный миллионами лет эволюции способ питания. Огромные площади природных кормовых угодий, природные источники корма — возобновляемые дармовые кормовые ресурсы практически не используются. Остаются без ухода. Продуктивный потенциал их значительно выше и может быть увеличен в несколько раз простыми и эффективными приемами.

Природные кормовые угодья, площадь которых во всех категориях хозяйств России составляет 92 млн га, располагают большим резервом увеличения сена, сенажа и высококачественного зеленого корма. Для реализации этого потенциала ВНИИ кормов совместно с координируемой сетью научных учреждений разработаны эффективные технологии, позволяющие повысить их продуктивность в 5 раз и более.

Для расширенного воспроизводства крупного рогатого скота, восстановление поголовья овцеводства и мясного скотоводства большая

роль принадлежит улучшенным продуктивным пастбищам. Удельный вес затрат на корм при пастбищном содержании снижается в 2 раза: с 60–65 до 30 % в структуре общих затрат. Пастбищное содержание снижает затраты ГСМ в 6–7 раз, техники, труда и общие затраты на производимые корма — в 2–3 раза по сравнению со стойловым содержанием, улучшает обменные процессы и, что особенно важно, воспроизводительные функции животных [9].

Для увеличения производства продукции животноводства требуется повысить продуктивность природных пастбищ и сенокосов, создать культурные пастбища и сенокосы, как это принято во многих развитых странах мира. При улучшении природных кормовых угодий и залужении неиспользуемой пашни в целях производства объемистых кормов для мясного и откормочного скота возможно повышение продуктивности сенокосов и пастбищ в 3–5 и более раз и получение с них дешевого высококачественного корма, богатого энергией, белком и витаминами. Нерешенность проблемы необоснованно удорожает стоимость кормов в издержках производства молока и говядины.

Адаптивная интенсификация региональных систем полевого кормопроизводства, включая увеличение посевных площадей, совершенствование видового и сортового состава культур, освоение ресурсосберегающих технологий их возделывания позволяют увеличить валовое производство кормов на полевых землях в 2 раза [10].

Кормопроизводство играет важнейшую средостабилизирующую роль в повышении устойчивости сельскохозяйственных земель, повышении плодородия почв, накоплении гумуса и азота. В настоящее время потери гумуса на пашне составляют 1–2,5 тонны на гектар в год. Расширение площади посевов бобовых культур способно решить проблему не только кормового белка. В 2 раза, с 210 до 420 тыс. тонн, увеличивается поступление в почву гумуса и биологического азота, повышается плодородие почв, а значит и урожайность следующих за ними в севооборотах зерновых культур.

Разработаны технологии заготовки объемистых кормов (сена, сенажа, силоса), повышение их качества на 15–25 % для обеспечения полноценного кормления скота до средней энергетической питательностью не менее 10 МДж ОЭ (0,80 корм. ед.) в 1 кг сухого вещества (вместо 8,4–8,6 МДж ОЭ в настоящее время), при содержании свыше 14 % сырого протеина. Усовершенствованы технологии консервирования многолетних трав с использованием целой системы консервирующих препаратов, включающей биологические (ферментные, полиферментные, бактериальные), химические (органические и минеральные кислоты) и комплексные (биологические и химические). Эта система консервантов обеспечивает приготовление и хранение кормов, равноценных исходной

массе по переваримости питательных веществ, энергетической и протеиновой питательности [11–14].

Селекционерами ВНИИ кормов совместно с Всероссийским научно-исследовательским институтом сельскохозяйственной микробиологии разработаны эффективные способы симбиотической селекции, позволяющие создавать сорто-микробные системы кормовых трав с микроорганизмами, обладающие повышенной симбиотической азотфиксацией, продуктивностью, средообразующей и адаптивной способностями для производства экологически безопасной, конкурентоспособной сельскохозяйственной продукции. Внедрение сортомикробных систем люцерны и клевера на площади 1 млн га без дополнительных материальных затрат позволит увеличить сбор кормов на 1,5–2,0 млн. тонн (в пересчете на сено) и за счет накопления в почве биологического азота обеспечит экономию азотных удобрений (0,7–0,9 млн. тонн в туках) [15–21].

Велико значение лугопастбищных экосистем для экологии и охраны природы. Они являются экологическим каркасом агроландшафтов, обеспечивающим их устойчивость и сохранение ценных сельскохозяйственных угодий. Они являются источником флористического и фаунистического биоразнообразия территории. Они также являются местообитанием и источником кормов для разнообразных видов фауны, чем способствуют их сохранению. Кроме того они являются объектами рекреации и выполняют важную эстетическую функцию для обеспечения здоровья населения.

Развитие кормопроизводства в Российской Федерации — это стратегическое направление в ускоренном развитии всего сельского хозяйства: растениеводства, земледелия и животноводства. Оно необходимо для обеспечения продовольственной безопасности страны, самодостаточности по производству продуктов питания и устойчивости агроэкосистем и агроландшафтов. Оно необходимо для обеспечения рационального природопользования, улучшения окружающей среды и здоровья нации.

Литература

1. Косолапов В. М., Трофимов И. А., Трофимова Л. С., Яковлева Е. П. Средообразование и кормопроизводство // Адаптивное кормопроизводство. – 2012. – № 3. – С. 16–19. [Электронный ресурс], ГНУ ВИК Россельхозакадемии, http://www.adaptagro.ru.
2. Косолапов В.М., Трофимов И.А. Всероссийский НИИ кормов: итоги научной деятельности за 2010 и 2006–2010 годы // Кормопроизводство. – 2011. – № 1. – С. 3–4.
3. Трофимова Л. С., Кулаков В. А., Новиков С. А. Продуктивный и средообразующий потенциал луговых агрофитоценозов и пути его повышения // Кормопроизводство. – 2008. − № 9. − С. 17−19.

4. Трофимов И. А., Трофимова Л. С., Яковлева Е. П. Кормопроизводство в развитии сельского хозяйства России // Адаптивное кормопроизводство. – 2011. – № 1. – С. 4–8.
5. Трофимов И. А., Шамсутдинов З. Ш., Трофимова Л. С., Шамсутдинова Э. З., Яковлева Е. П., Орловский Н. С. Проблема опустынивания земель в России // Земледелие. – 2010. – № 7. – С. 7–9.
6. Трофимова Л. С., Кулаков В. А. Управление травяными экосистемами из многолетних трав // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2012. – № 4. – С. 67–69.
7. Косолапов В. М., Трофимов И. А., Трофимова Л. С., Яковлева Е. П. Стратегия инновационного развития кормопроизводства // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2012. – № 1. – С. 16–18.
8. Трофимов И. А., Трофимова Л. С., Яковлева Е. П. Повышение продуктивности и устойчивости сельскохозяйственных земель России // Зерновое хозяйство России. – 2011. – № 4. – С. 46–56.
9. Кутузова А. А., Привалова К. Н. Эффективность низкозатратных способов улучшения сенокосов и пастбищ // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 2. – С. 52–54.
10. Шпаков А. С., Бычков Г. Н. Полевое кормопроизводство: состояние и задачи научного обеспечения // Кормопроизводство. – 2010. – № 10. – С. 3–8.
11. Косолапов В. М., Бондарев В. А., Клименко В. П. Повышение качества объемистых кормов // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2008. – № 5. – С. 20–24.
12. Косолапов В. М., Трофимов И. А. Научные школы кормопроизводства России // Кормопроизводство. – 2012. – № 3. – С. 3–5.
13. Косолапов В. М., Трофимов И. А., Трофимова Л. С. Кормопроизводству — сбалансированное развитие // АПК: Экономика, управление. – 2013. – № 7. – С. 15–23.
14. Косолапов В. М., Бондарев В. А., Клименко В. П. Эффективность новых технологий приготовления кормов из трав // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 7. – С. 39–42.
15. Шамсутдинов З. Ш. Достижения и стратегия развития селекции кормовых культур // Кормопроизводство. – 2010. – № 8. – С. 25–27.
16. Косолапов В. М. Роль кормопроизводства в обеспечении продовольственной безопасности России // Адаптивное кормопроизводство. – 2010. – № 1. – С. 16–19.
17. Косолапов В. М. Кормопроизводство — основа сельского хозяйства России // Кормопроизводство. – 2010. – № 8. – С. 3–5.
18. Косолапов В. М. Как оптимизировать производство и использование зернофуража в России // Земледелие. – 2010. – № 5. – С. 19–21.
19. Косолапов В. М., Переправо Н. И. Состояние и научное обеспечение первичного и элитного семеноводства кормовых трав // Аграрная Россия. – 2008. – № 6. – С. 2–4.
20. Косолапов В. М. Тимофеевка луговая на торфяниках // Кормопроизводство. – 2003. – № 6. – С. 11.
21. Клименко В. П., Трузина Л. А., Косолапов В. М. Особенности козлятника восточного как кормовой культуры // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2010. – № 4. – С. 53–55.

V. M. Kosolapov, I. A. Trofimov, L. S. Trofimova, E. P. Yakovleva

Value forage production for food and environmental security

The basis of food security of Russia lies in agriculture, in the balanced development of the domestic crop production, animal husbandry, agriculture, crop pattern, crop rotation and agricultural land, only the AIC. Forage Production combines into a single system all branches of agriculture, provides the effective management of agrolandscape and agricultural land, environmental management, support to agriculture should be balance industries.
Keywords: *food security, forage production, feed, animal husbandry, crop production, agriculture, productivity and sustainability of agricultural landscapes, management of natural resources*

УДК 631.95.58

ЭВОЛЮЦИЯ СРЕДОСОХРАНЯЮЩИХ И СРЕДОУЛУЧШАЮЩИХ СВОЙСТВ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ

А. А. Жученко-мл., член-корреспондент Россельхозакадемии

Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства, г. Москва, Россия, ecovilar@mail.ru

Окружающая среда человека, проживающего в северных мегаполисах, отличается от обычных городов, это место повышенного экологического риска. Сегодня развитие технологий, повышающих качество жизни человека, имеет большое значение. К таким технологиям относятся средоулучшающие технологии.
Ключевые слова: *окружающая среда человека, северные мегаполисы, экологический риск*

Растительный мир характеризуется чрезвычайным богатством различных механизмов и форм по поддержанию высокой продуктивности биомассы, приспособленностью к различным условиям выращивания и ландшафтному фитодизайну, а также широкими возможностями значительного улучшения отдельных признаков за счет естественного и искусственного отбора. По данным ВОЗ, с начала XIX столетия в атмосфере возрастает концентрация углекислого газа, что в значительной мере является следствием более широкого использования природного топлива. В последние годы этому также способствует выращивание сельскохозяйственных культур на территории вырубленных и выжженных тропических лесов. Эмиссия углекислоты стремительно растет на всем протяжении XX столетия, преимущественно в результате более широкого использования азотных удобрений. В атмосфере возрастают концентрации метана, что связано с расширением животноводства, уве-

личением площади монокультурных плантаций (например, риса), нарушением целостности забоев угольных шахт и нефтяных скважин. Все это способствует глобальному потеплению и может привести в ближайшем будущем к учащению таких явлений, как жаркое сухое лето, сильная засуха или наводнения, ураганы, внезапные приливы и отливы, и к другим непредсказуемым аномалиям.

Поэтому средоулучшающие фитотехнологии — будущее нашего общества. В основе средоулучшающих фитотехнологий лежат знания об эволюционной «памяти» человека о среде обитания и средоулучшающих свойствах планетарного флористического биоразнообразия по генетическим, эмбриологическим, физиологическим, биохимическим, морфологическим, технологическим и эстетическим характеристикам, обеспечивающие формирование универсальной для человека среды обитания за счет следующих главных уникальных свойств разных видов растений: 1) виды растений, активно выделяющие кислород и поглощающие углекислый газ; 2) фитонцидные растения-антисептики, уничтожающие или подавляющие развитие бактериальных, грибных и вирусных инфекций; 3) ароматические и иные растения, активно выделяющие летучие фитоорганические соединения — «атмовитамины» и др., а также макро- и микроэлементы — «атмомикроэлементы»; 4) растения-бронхолитики, способствующие оздоровлению легких; 5) растения-адаптогены, повышающие устойчивость к стрессам и иммунитет организма; 6) растения, обладающие седативным (успокаивающим) действием; 7) растения-стимуляторы, повышающие тонус организма; 8) растения, оздоравливающие сердечно-сосудистую систему; 9) растения, активно увлажняющие и ионизирующие воздух; 10) растения, пылепоглощающие и пылеосаждающие (пылеулавливающие); 11) растения, поглощающие формальдегид, трихлорэтилен, бензол, ксилол и другие опасные газообразные ароматические углеводороды; 12) растения, активно поглощающие тяжелые металлы и радионуклиды; 13) растения-репелленты, отпугивающие насекомых; 14) растения, обладающие инсектицидным, акарицидным, нематоцидным, моллюскоцидным, фунгицидным, пестицидным и протистоцидным действием; 15) растения, устойчивые к патогенам, низкой освещенности и относительной влажности воздуха, кислотности и засолению почв, загазованности и запыленности; 16) растения средообразующие, обеспечивающие существование другим растениям и организмам; 17) растения, обладающие противоэрозионными, мелиоративными и защитными (кулисы) свойствами; 18) растения, шумопоглощающие и снижающие радиационный фон, а также способствующие улучшению вентиляции воздуха на улицах городов; 19) растения-азотфиксаторы, обогащающие почву атмосферным азотом; 20) растения, эстетотерапевтического действия; 21) растения —

индикаторы загрязнения окружающей среды и биоиндикаторы, используемые для характеристики почв, поиска определенных химических веществ и др.; 22) растения, характеризующиеся аллелопатией адаптирующей.

Подавляющее большинство промышленных и сельскохозяйственных технологий, разработанных в XX столетии, средозагрязняющие и средоразрушающие. Так, уникальная технология загрязнения XX века — автомобиль, у которой на каждую тысячу километров пробега в среднем сжигается годовая норма потребления кислорода одним человеком. Процессы урбанизации стремительно охватили весь мир. Сегодня ВОЗ беспокоит, что мы приближаемся к отметке 70 % урбанизированных территорий. Россия перешагнула 50%-ный барьер в 1958 году, когда число городских жителей сравнялось с числом сельского населения. Сегодня эта цифра составляет в среднем 72 % для России, где северные города и мегаполисы занимают доминирующее положение. В мировом масштабе лишь в 2007 году большинство стран перешагнули рубеж 50 %, когда городское население стало доминировать над сельским населением.

По приблизительным подсчетам, растения Земли, как «зеленые экраны» ежегодно усваивая $6 \cdot 10^{17}$ ккал энергии солнечной радиации, поглощая до 300–600 млрд т углекислого газа и 2 млрд т азота, выделяют в атмосферу примерно 150–300 млрд т свободного кислорода и синтезируют 150–450 млрд т органического вещества. Такова космическая роль зеленого растения, значение которой определил академик К. А. Тимирязев. Немногочисленные экспериментальные исследования по физиологии интенсивности фотосинтеза (ИФ) и продуктивности растений (ПР) (Ничипорович, 1982) показывают частое отсутствие положительных корреляций между ИФ и ПР в агроценозах, отсутствие достоверных данных о повышении ИФ культурных растений относительно их диких сородичей; отсутствие видимых улучшений ИФ в эволюции культурных растений и селекции; ограниченность эффективности селекционно-генетических исследований по увеличению ИФ (табл. 1).

1. Корреляция (R) интенсивности фотосинтеза (ИФ) и признаков продуктивности (Wallace D. at al., 1972; Быков, Зеленский, 1982)

Вид	Признаки	R
Овсяница	ИФ — урожай биомассы	– 0,47
Соя	ИФ — урожай бобов	– 0,44
Люцерна	ИФ — площадь листьев	– 0,70
Райграс	ИФ — площадь мезофилла	– 0,91
Пшеница	ИФ — площадь флагового листа	– 0,50
Хлопчатник	ИФ — площадь листьев	– 0,66

Наследуемость фотосинтетических признаков изучена недостаточно (Izhar S., Wallace D., 1967; Wallace D. at al., 1972). Как правило, интенсивность фотосинтеза (ИФ) чаще хорошо наследуется как полигенный признак, а в скрещиваниях низкое значение ИФ доминирует и по ИФ иногда отмечается гетерозисный эффект. При этом пока нет даже приблизительных расчетов состава и количества разнообразных органических и неорганических химических веществ, постоянно выделяемых растениями в атмосферу и поглощаемых ими из воздуха, воды и почвы. Фактически миллионы лет сопряженная эволюция сотен тысяч видов растений обеспечила универсальность среды обитания человека. Открытие земледелия более чем за 600 поколений до нас решило будущее нашей планеты. Мы стали аграрной цивилизацией. Однако человек недостаточно учитывал масштабы средоулучшающей роли сельского хозяйства, не проводил специальной селекционной работы по созданию «кислородоурожайных» сортов и гибридов. При этом некоторые виды растений характеризуются высокими показателями по синтезу кислорода, особенно быстрорастущие травы, например, лен, кукуруза, тростник и др., которые значительно превосходят деревья по синтезу кислорода в единицу времени. Недостаточно научных исследований сравнительной оценки естественных фитоценозов и отдельных видов растений по эффективности фотосинтеза, особенно в агроценозах.

Растительный ресурсный потенциал Российской Федерации достаточно велик и разнообразен (полярные пустыни, тундры, леса и степи); 94 % (1,6 млрд. га) земельного фонда страны покрыто в той или иной мере растительностью. Площадь земель лесного фонда Российской Федерации составляет более 1000 млн га, из которых около 100 тыс. га ежегодно исчезает. Основные растительные ресурсы Российской Федерации составляют леса — до 1000 млн га (кедровые леса до 40), лесопарковые зоны — более 10, сады — 10, зерновые и зернобобовые — до 50, кормовые культуры — около 20 млн га и др.

На нашей планете леса уничтожаются со скоростью 20 гектаров в минуту. Это означает, что при годовом потреблении человеком около 0,4 т атмосферного кислорода, а его могут произвести в среднем 0,3 га леса, ежеминутно сокращается возможность существования около 70 человек (Замолодчиков, 2006). Помимо сжигания ископаемого топлива, кислород потребляется при окислении биомассы и органического вещества почвы. Эти процессы также стимулируются влиянием человека, например, при вырубке лесов, сельскохозяйственной обработке почвы, осушении болот и др. Окисление органических веществ является либо результатом деятельности организмов-деструкторов (гниение растительных остатков, минерализация почвенного гумуса), либо горения (лесные пожары, палы на сельскохозяйственных землях). Горение явля-

ется типичной окислительно-восстановительной реакцией, в которой восстановителем выступает топливо (нефть, природный газ, каменный уголь), а окислителем — атмосферный кислород.

Сегодня суммарный вклад человека в потребление кислорода оценивается более 30 Гт. В расчете на душу населения по антропогенному потреблению кислорода лидируют США и Канада, где эта величина составляет соответственно 20 и 18 т на человека в год. Третье место занимает Российская Федерация — 12 т, что связано с высокой энергоемкостью внутреннего валового продукта, а также холодными климатическими условиями. В Японии и странах ЕС потребление кислорода находится в пределах 9–11 т, 0,5 т приходится на африканские страны. В расчете на общую площадь страны лидирует Япония, которая сжигает 32 т кислорода на 1 га площади в год. Затем следуют Великобритания, Германия и США. В среднем в мире потребление кислорода составляет около 2 т на 1 га, в Российской Федерации — почти в два раза меньше.

Растения суши ежегодно выделяют в атмосферу 336 Гт O_2, часть которого используется на дыхание, что составляет 168 Гт. С позиций устойчивого развития, промышленное потребление кислорода на территории страны или региона не должно превышать возможность растений данного региона по воспроизводству атмосферного кислорода в результате фотосинтеза. Производство кислорода растительными ресурсами России существенно превосходит его потребление экономикой страны, в результате чего наша страна имеет ежегодно 5.4 млрд. т «избыточного кислорода». Поэтому мировое сообщество может найти справедливое решение этого вопроса при квотировании промышленного потребления кислорода. Кислород производит, как правило, растущий лес. В спелом лесу годичные потоки продукции и разложения сбалансированы. Поэтому роль спелых лесов состоит в хранении связанного углерода. В литературе широко используется выражение "леса — легкие нашей планеты». Однако кислород производят лишь растущие леса, где углерод из атмосферного углекислого газа складируется в биомассу деревьев, при этом значительная средоулучшающая роль растениеводства в сельском хозяйстве сегодня недостаточно изучена.

Развитие фундаментальных исследований в биологии на протяжении последних 100 лет ориентировано на несколько наиболее важных для питания и доступных для генетико-селекционного изучения видов растений — так называемых модельных объектов — пшеницу, кукурузу, томат, горох, рис и др. В начале XX в. академик Н. И. Вавилов открыл центры происхождения культурных растений, для которых сегодня детально изучена частная генетика, созданы сотни тысяч высокоурожайных сортов и гибридов сельскохозяйственных культур для раз-

личных зон промышленного возделывания их на нашей планете. Однако центры происхождения средоулучшающих видов растений мало изучены. Отсутствуют также специализированные сорта и гибриды с высокими средоулучшающими свойствами. При этом важную средообразующую и средоулучшающую роль могут выполнять не только деревья, но и травы, кустарники, лианы, включая различные типы агроценозов и естественных фитоценозов. Например, агроценозы могут быть в несколько раз более эффективны по синтезу кислорода и утилизации углекислоты, чем леса (Жученко, 2009–2011).

Интенсивность дыхания оценивается по количеству выделяемого углекислого газа или поглощаемого кислорода (у растений в результате фотосинтеза); интенсивность дыхания (в миллилитрах CO_2 на 1 г сухого вещества за 24 ч): например, у сухого зерна пшеницы и ржи — 0,1–0,02; клубней картофеля — 0,12; плодов томата — 5,0–25,0; плодов яблони — 4,8–11,4; прорастающих семян горчицы — 58,0; листьев табака — 65,0; плесневого гриба (двухдневная культура) — 1750,0–1870,0. Как правило, корни дышат слабее листьев, но цветки значительно интенсивнее. Для получения урожая зерна 60 ц/га необходимо усвоение растениями посева 30–33 т углекислого газа. Растения могут усваивать бóльшие количества CO_2 с помощью турбулентного перемешивания огромных масс воздуха. Так, у травянистых растений за «рабочий» день длиной в 16 ч в среднем происходит около 1500–3000 смен воздуха в толще посева. При этом у человека дыхательный коэффициент (соотношение выделяемого из легких CO_2 к потребляемому O_2) составляет в среднем 0,75–0,90; по данным В. Н. Любименко, у растений соотношение выделяемого O_2 и потребляемого CO_2 может колебаться в пределах 1,06 и более. Некоторые растения, обладающие запасом органических кислот, определенное время могут выделять O_2, совершенно не поглощая CO_2. Интенсивность фотосинтеза чаще измеряется в миллиграммах CO_2, поглощенных в 1 час на 1 дм^2 листовой поверхности, который неодинаков у разных видов растений: к примеру, капуста — 7,1–15,3, соя — 12,0–33,3, овес — 24,2–27,9, морковь — 9,8–22,2, томаты — 10,2–26,9, пшеница — 20,1–45,7, ячмень — 14,5–21,5, рис — 14,1–55,1, подсолнечник — 30,5–54,5, хлопчатник — 19,2–48,0, сахарная свекла — 30,7–62,5, кукуруза — 21,8–85,0, сахарный тростник — 34,4–86,4, овсяница тростниковая — 16,0–32,0 (Зеленский, 1995). Нижняя температурная граница фотосинтеза у лишайников и хвойных растений (сосна, ель) лежит в области отрицательных значений, а у растений тропиков и субтропиков минимальная точка находится в области положительных низких температур.

Сегодня рассматриваются вопросы об охране кислорода и введение лицензирования на его промышленное использование, так как с ка-

ждым годом содержание кислорода в атмосфере снижается. Причин тому множество. Это сжигание ископаемого топлива, вырубка лесов, стремительное увеличение транспорта на жидком топливе, загрязнение окружающей среды токсичными выбросами заводов и др. Проблема снижения запасов атмосферного кислорода важна для общества. Однако имеется сравнительно мало научных работ по проблеме снижения содержания атмосферного кислорода и современных изменений его биосферного круговорота, особенно в сравнении с громадным количеством публикаций по парниковым газам (Замолодчиков, 2006).

В центральных и, особенно, северных регионах России характерен короткий вегетационный период. По данным В. Н. Любименко (Любименко, 1924) и А. Г. Дояренко (Дояренко, 1925), растения в условиях продолжительного светового дня в короткий период могут синтезировать большое количество органических веществ. Коэффициент утилизации растениями солнечной радиации составляет от 1,91 для свеклы кормовой до 4,79 для люпина. Фактически, лен и люпин являются «чемпионами» среди культурных растений в условиях севера России по фотосинтетической производительности или средоулучшающим свойствам выхода кислорода и связыванию углекислоты, что намного превышает данные показатели у бореальных лесов.

Летучие органические продукты растительного происхождения из цветков, листьев, плодов, прорастающих семян, клубней и других частей высших растений выделяются в атмосферу почти всеми видами растений. Это монотерпеновые углеводороды (а-пинен, сантен, камфен, лимонен, терпинолен и др., всего 10–20 идентифицированных компонентов) и другие углеводороды (метан, этан, пропан, бутан и др.), кислородсодержащие соединения (фенхон, фенхол, камфора, изоборнеол, борнеол и др., более 10 компонентов), секвитерпеновые углеводороды, а также сложные эфиры, фенолы, альдегиды, амины, кетоны, спирты, кислоты, витамины (в выделениях органов цветка и др.), белки (как правило, низкомолекулярные) и многие другие вещества. Отличительной их особенностью является то, что они концентрируются в непосредственной близости от растений и человека. По интенсивности выделительного процесса летучих веществ цветкам растений нет равных. Состав летучих выделений большинства видов не изучен. К примеру, современными методами для идентификации состава всех летучих компонентов запаха сельдерея потребуется подвергнуть экстракции около 5 т зеленой массы. Установлено влияние летучих легких предельных углеводородов и других веществ, специфичных определенному виду растений, составу почвенного или водного субстрата, разные концентрации которых подавляют или активизируют различные процессы жизнедеятельности многих организмов, включая человека, а также обменные

процессы (например, охлаждение и нагревание тканей), воздушное питание микроорганизмов, привлечение насекомых и т. д. Считается, что ежегодный мировой выход соединений, относящихся только к терпеновым производным, составляет 175 млн. т. Так, одно дерево сосны или можжевельника в благоприятные дни может выделять до 30 г летучих органических веществ. Весной запасы их в атмосфере пополняются из прогретой почвы. Осенью они поступают в воздух из отмирающих листьев и других растительных органов. Выдвинуты гипотезы о связи окислительных и деструктивных превращений фитоорганических экзометаболитов растений с возникновением гроз и торнадо, миграцией птиц и рыб, образованием нефти и подзолистых почв, а также о большом значении летучих фитоорганических веществ в жизни животных и человека. Немалое значение имеют пылеулавливающие виды растений, которые за счет крупных листьев, покрытых мелкими волосками, обладающие электростатической способностью улавливания и задержания частичек пыли, чаще лиственные с восковым налетом и хвойные. Так, 1 га елового леса способен уловить 32 т пыли, а букового леса — до 68 т, а 1 га деревьев березы ежегодно поглощает до 50 т пыли. Пылеулавливающей способностью обладают также лещина, платан, тополь, клен, липа, каштан и др.

Другим ярким примером полезных свойств растений являются средоулучшающие свойства натуральных волокон и тканей, особенно льняных, которые угнетают рост и размножение патогенов, обладают высокими фильтрующими и сорбционными свойствами, способствуют адаптации человека к неблагоприятным условиям среды обитания, обладают антисептическими и антистатическими свойствами, увеличивают содержание иммуноглобулина в организме человека при использовании в качестве постельного и нательного белья льняного полотна, обеспечивают терморегуляцию и способствуют нормализации сна и рекомендованы для детей и пожилых людей с целью профилактики различных заболеваний. В некоторых странах мира (Франция, Италия, Германия и др.) использование дорогих волокон льна в интерьере доходит до 20 % (Flax, 2000), создаются экологически чистые фитокомнаты и кабинеты, где изо льна делают обои, линолеум, скатерти, мебель, гардины и др., что обеспечивает и поддерживает здоровый микрофитоклимат.

В процессе эволюции человек использовал лен на всех континентах тысячи лет. Окружающая нас среда обитания является продолжением нашего тела — сферой жизни (Агаджанян, 2007), которая начинается с качества одежды и жилища. Однако с середины XX века доля льняных волокон в составе тканей и в интерьере резко начала сокращаться и к началу XXI века в развитых странах составила до 8 %, а искусственные

и синтетические волокна за счет композитов (смесовых тканей) стремительно заняли доминирующее положение (более 55 %) на мировом рынка волокон (Тыларчик, 2008). Аналогичная тенденция вытеснения натуральных товаров на мировом рынке наблюдается и в фарминдустрии, пищевой промышленности, строительстве и др. Это связано с активным продвижением дешевых синтетических и искусственных товаров, особенно в строительстве и меблировке, предметов повседневного обихода и легкой промышленности, что загрязняет окружающую среду и снижает адаптивный потенциал человека.

Таким образом, техногенная революция привела к радикальному и стремительному изменению образа жизни современного человека, по сравнению с его предками. Однако геном человека не подвержен столь быстрым изменениям, как окружающая среда (Толоконин, 2007). Как отмечено в материалах Международного совещания «Здоровье среды: теория и практика» (2000, с. 4), «с экономических позиций довольно очевидным является следующий тезис: больная среда — дешевая среда, и чем лучше здоровье среды, тем выше может быть ее ценность».

Нами введено понятие эволюционной «памяти» человека о среде обитания (Жученко, 2007). Это наследственные изменения, связанные с отбором, мутациями, рекомбинациями и коадаптированными блоками генов, обусловливающими потребность человека в здоровой среде обитания, снижающей риск заболеваний и быстрое переутомление, улучшающей настроение и работоспособность, способствующей активному долголетию. Поэтому в системе жизнеобеспечивающих факторов (биологических, психологических, информационных, этнических, социальных, трудовых, экономических и т. д.) следует выделить приоритеты, связанные с генетически детерминированными особенностями человека по восприятию среды обитания и значительной ролью средоулучшающих свойств растений.

Литература

1. Болотов А. Т. Избранные сочинения. – М. : МОИП, 1952. – 523 с.
2. Вернадский В. И. Размышления натуралиста. Кн. 1. Пространство и время в неживой природе. – М., 1975; Кн. 2. Научная мысль как планетарное явление. – М., 1977.
3. Жученко А. А. Экологическая генетика культурных растений как самостоятельная научная дисциплина. – Краснодар : ВНИИ риса, 2010. – 485 с.
4. Жученко-мл. А. А. Мобилизация мировых генетических ресурсов и средоулучшающие фитотехнологии. – М. : РУДН, 2007. – 162 с.
5. Любименко В. Н. Избранные труды в двух томах. Т. 1. Работы по фотосинтезу и приспособлению растений к свету. – Киев, 1963. – С. 381–434.

6. Любименко В. Н. Биология растений. Ч. 1. – Л., 1924.
7. Ничипорович А. А. Физиология фотосинтеза и продуктивность растений // Физиология фотосинтеза. – М., 1982

A. A. Zhuchenko-jr.

Environment-improving technologies and the living standards

Human environment in modern northern megacity differs from the common city ones. Megacity is area of high ecological risk. Nowadays the development of technologies raising the living standards of humanity is very significant. Environment-improving technologies based on using.

Keywords: *human environment, northern megacity, ecological risk*

УДК 633/635:631.52

ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЕВОДСТВА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

И. В. Савченко, академик Россельхозакадемии

Российская академия сельскохозяйственных наук, г. Москва, Россия,
siv314@yandex.ru

Инновационное развитие растениеводства в России – гарантия устойчивого производства высококачественной продукции на основе большого генетического разнообразия растительных ресурсов (более 11 тыс. видов высших растений), высокой обеспеченности земельными ресурсами (190 млн га сельхозугодий), огромного разнообразия агроклиматических условий страны, благоприятных для возделывания самых разнообразных сельскохозяйственных культур, энергетических и сырьевых ресурсов, а также большого научного потенциала.

Ключевые слова: *инновации, растениеводство, управление, ресурсы, генофонд, сорт, культуры, продуктивность*

По данным ООН, в мире голодает один миллиард человек, ежегодно умирает от голода 13 млн человек, в том числе 5 млн детей. Хватит ли в мире земельных, водных и иных природных ресурсов, что бы удовлетворить потребности каждого жителя Земли в питании на уровне 2700 ккал в сутки, а за счет растениеводства обеспечивается свыше 90 % общей калорийности потребляемой пищи и около 70 % белка. Усугубляет ситуацию тот факт, что в мире происходит глобальное и локальное изменение климата, резко увеличилось число экстремальных лет, особенно в умеренных широтах Северного полушария. Поэтому любая стратегия развития сельского хозяйства, не учитывающая вероятности неблагоприятных климатических и погодных условий, в том числе экологической устойчивости агроэкосистем, может привести

к самым неблагоприятным последствиям, что скажется на продовольственной безопасности страны.

В России имеются все предпосылки для гарантированного высококачественного производства продовольственных ресурсов, особенно растениеводческих. Это большое генетическое разнообразие растительных ресурсов в России (более 11 тыс. видов высших растений), высокая обеспеченность земельными ресурсами (190 млн га сельхозугодий), большой, часто невостребованный, научный потенциал, способный обеспечить инновационное развитие растениеводства России, огромное разнообразие агроклиматических условий (тундровая, лесотундровая, лесная, степная, лесостепная, полупустынная зоны, предгорные и горные территории), благоприятных для возделывания самых разнообразных сельскохозяйственных культур. Имеются все возможности и мощности по производству минеральных удобрений и средств защиты растений, а также энергетические и сырьевые ресурсы для обеспечения устойчивого производства растениеводческой продукции.

Приоритетами научных исследований по растениеводству в целях инновационного развития отрасли являются: совершенствование стратегии и современных методов поиска генетических ресурсов растений; использование современных методов при создании адаптивных сортов и гибридов; расширение прогностических и преадаптивных возможностей растениеводства с учетом глобальных и региональных изменений климата; разработка концептуальных основ управления продукционными и средоулучшающими функциями агроэкосистем и агроэколандшафтов; биологизация и экологизация интенсификационных процессов; конструирование высокопродуктивных, экологически устойчивых, экономически рентабельных агроэкосистем и агроэколандшафтов.

Ежегодно институтами Россельхозакадемии с целью пополнения и обновления генофонда культурных растений проводится 12–20 экспедиций, в том числе 3–5 за рубежом. Собирается около 3 тыс. образцов. Общий генофонд мировых растительных ресурсов, который, в основном, сохраняется в ВИР, насчитывает 323 тыс. образцов. В институтах Россельхозакадемии сохраняется более 50 тыс. образцов сельскохозяйственных культур. Таким образом, общий генофонд, сохраняемый в Россельхозакадемии, составляет более 370 тыс. образцов. На их основе ежегодно в академии создается 260–350 сортов и гибридов. Сорт и гибрид сельскохозяйственных растений является инновационным продуктом, доля сорта в формировании урожая составляет до 70 %. Так, в 2012 г. учеными академии создано и передано в Госкомиссию по сортоиспытанию 315 сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, сочетающих высокий потенциал продуктивности и качества продукции с устойчивостью к абиотическим и биотическим факторам среды. Совер-

шенствуются и разрабатываются современные методы селекции, в частности биотехнологические. Первоочередное внимание заслуживает метод оценки засухоустойчивости в культуре in vitro, обеспечивающий быстрое (в течение месяца) получение результатов, которые высокозначимо (r = 0,96) коррелируют с результатами многолетних исследований сортового материала в полевых условиях. С использованием этого метода создано четыре засухоустойчивых сорта мягкой яровой пшеницы в СибНИИС. Разработаны также методы ДНК-маркирования, которые позволяют провести оценку подлинности коллекционного и сортового материала, дифференциацию исходного материала для селекции (сахарная свекла, рапс, томат), созданы ДНК-маркеры устойчивости картофеля к раку и фитофторозу, золотистой картофельной нематоде; капусты белокочанной к тлям и сосудистому бактериозу, колоновидности яблони, устойчивость яблони к парше.

Селекционная работа в академии сосредоточена в 42 селекцентрах, которые имеются во всех федеральных округах, и работа ведется со всеми экономически значимыми культурами.

Селекционные центры Россельхозакадемии

Федеральный округ	Количество селекцентров	Доминирующие культуры
Центральный	13	Зерновые, зернобобовые, крупяные, овощные, масличные, лен, рапс, сахарная свекла, лекарственные, плодовые, ягодные, кормовые
Северо-Западный	1	Зерновые, картофель, рапс, кормовые
Южный	9	Зерновые, зернобобовые, кукуруза, рис, масличные, лекарственные, плодовые, виноград, кормовые
Северо-Кавказский	2	Зерновые, зернобобовые, кукуруза, лекарственные, плодовые, виноград, кормовые
Приволжский	6	Зерновые, кукуруза, крупяные, зернобобовые, масличные, лен, картофель, плодовые, кормовые
Уральский	3	Зерновые, горох, картофель, плодовые, ягодные, кормовые
Сибирский	6	Зерновые, крупяные, зернобобовые, картофель, плодовые, овощные, ягодные, кормовые
Дальневосточный	2	Соя, зерновые, овощные, картофель, ягодные, плодовые, кормовые, лекарственные

Только в последние годы селекционерами Краснодарского НИИСХ созданы энергетически эффективные, с высокими компенсаторными способностями сорта озимой пшеницы Гром и Калым, относящиеся к степному экотипу, экономно расходующие ресурсы среды, и скороспелый сорт Васса, являющийся новым сортотипом в мировой се-

лекции пшеницы, формирующий урожайность свыше 10,0 т с 1 га, с потенциальной продуктивностью более 12,5 т с гектара. Краснодарским НИИСХ передан на Государственное сортоиспытание уникальный по устойчивости к фузариозу колоса и другим болезням сорт Уруп, высокоморозостойкие сорта пшеницы сильные по качеству — Гурт и Антонина. Эти сорта являются важным инновационным достижением для увеличения урожаев свободного от фузариотоксинов зерна по предшественнику кукуруза на зерно. Создан сорт Юка с потенциальной урожайностью 11 т/га, являющийся одним из лучших среднепоздних сортов пшеницы, устойчивый к грибным болезням.

Во ВНИИЗК создан для южных регионов страны засухоустойчивый, высокопродуктивный (урожайность 8,5 т/га), устойчивый к поражению бурой и желтой ржавчинам, мучнистой росе сорт твердой озимой пшеницы Лазурит, сорт озимой твердой пшеницы Агат донской (урожайность 8,5 т/га), а также сорта мягкой озимой пшеницы интенсивного и полуинтенсивного типа (Кипчак, Бонус, Лилит и Капризуля).

В Московском НИИСХ создан сорт «сильной» озимой пшеницы Московская 40 для Центральных регионов России, выделяющийся по урожайности (до 7,4 т/га), качеству зерна, зимостойкости, скороспелости, короткостебельности, устойчивости к бурой ржавчине, мучнистой росе и твердой головне с содержанием белка в зерне 15–16 %, клейковины 35–40 %, пригодный для производства отличных хлебопекарных и мучных изделий. Здесь же созданы высокопродуктивные (до 10 т/га) с высоким качеством зерна сорта озимой пшеницы Галина, Московская 39, Немчиновка 24.

Самарским НИИСХ создан для засушливых регионов страны сорт яровой пшеницы Тулайковская 110, характеризующийся стабильно высокой урожайностью (более 4 т/га), отличными технологическими хлебопекарными качествами зерна и муки и комплексной устойчивостью к различным видам ржавчины (бурой, желтой и стеблевой).

НИИСХ ЮВ включил в Госреестр с 2012 г. первый светлозерный, засухоустойчивый сорт озимой ржи Памяти Бамбышева, характеризующийся пониженным содержанием ингибитора трипсина, более высокой перевариваемостью зерна, лучшей смесительной способностью и повышенной белизной муки, что важно в технологиях хлебопекарной промышленности, создан сорт озимой ржи Графиня с урожайностью до 7 т/га, устойчивый к полеганию. Здесь также созданы высокопродуктивные, устойчивые к неблагоприятным факторам среды озимые мягкие пшеницы — Калач 60, Эльвира и Касар. Учеными академии созданы сорта ячменя (Тимофей, Буян, Зачет, Медикум 269 и др.), характеризующиеся высоким коэффициентом использования влаги, стабильностью урожайности (до 10 т/га), скороспелостью, устойчивостью к опас-

ным болезням и полеганию, что позволяет в производстве успешно конкурировать с зарубежными странами.

Для производства зерна высокой энергетической ценности на фуражные, продовольственные цели и зеленной массы для животноводства получены сорта овса Яков, Вятский, Голец, Буланый и др.

В последние годы площади под кукурузой расширяются. Учеными академии в 2012 г. создано девять высокопродуктивных гибридов кукурузы, в том числе три раннеспелых (Уральский 150, Биляр 160 и Машук 171 МВ) с урожайностью зерна 6,5–7,0 т/га, среднеспелый Марух, два среднеранних, засухоустойчивых — Краснодарский 294 АМВ и Зерноградский 288 МВ, а также два среднепоздних — Машук 485 и Джуца универсального использования (урожайность 11–13 т/га зерна), а также высокопродуктивный гибрид кукурузы пищевого направления Белозерный 250 (урожайность 7,5 т/га).

Зернобобовые и крупяные культуры являются важнейшей и специфической частью структуры посевных площадей всего зернового комплекса России. Они не только решают проблему обеспечения населения высококачественными пищевыми продуктами, имеют большое значение как корма для животных и птицы, но и обеспечивают сохранение и повышение плодородия почв.

Основная нагрузка по научному обеспечению выполнения этой задачи лежит на коллективе Всероссийского НИИ зернобобовых и крупяных культур.

В институте сформирован богатый генофонд растительных ресурсов, включающий доноры и генетические источники важнейших хозяйственно-ценных признаков зернобобовых и крупяных культур. Разработаны современные биотехнологические методы создания нового исходного материала для селекции. Многие теоретические фундаментальные исследования ученых института соответствуют мировому уровню. Все это стало надежной научной базой для создания новых сортов гороха, фасоли, чечевицы, вики, гречихи, проса. Успеху селекционной работы во многом способствовало творческое сотрудничество института с обладателями крупных коллекций генетических ресурсов: ВИР имени Н. И. Вавилова, ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса, Орловским ГАУ, Белгородской ГСХА, Шатиловской СХОС.

В России возделывается 21 масличная культура. Координатором исследований по масличным культурам является ВНИИМК. Селекционерами ВНИИМК создан простой гибрид подсолнечника Окси, сочетающий признаки высокоолеиновости и повышенного содержания антиоксидантов, гамма- и дельта-токоферолов, что повышает оксистабильность масла в 14 раз. Созданы и внесены в Реестр охраняемых достижений линии-доноры подсолнечника с высоким содержанием в масле

пальмитиновой и олеиновой кислот, а также повышенного уровня сильных антиоксидантных форм токоферолов.

В основной соесеющей зоне нашей страны — Дальневосточной — на протяжении многих лет успешную работу по выведению сортов сои ведут Всероссийский НИИ сои, Приморский НИИСХ, Дальневосточный НИИСХ и Дальневосточный государственный аграрный университет. Ими созданы сорта Приморская 69 (урожайность 3,2–3,6 т/га), Приморская 13 (урожайность 3,3–3,4 т/га), Ария (урожайность 3,0–4,3 т/га), Лазурная (урожайность 2,5–3,1 т/га) и др. Селекцией сои для Южно-Европейского региона активно занимаются ВНИИ масличных культур и Всероссийский НИИ зернобобовых культур. Здесь созданы сорта сои с урожайностью до 3 т/га.

Оригинаторами большинства возделываемых российских сортов озимого и ярового рапса выступают Всероссийский НИИ рапса, ВНИИМК и его Сибирская опытная станция, ВНИИ кормов. Потенциал продуктивности современных сортов и гибридов в основных рапсосеющих регионах страны варьирует у озимого рапса от 4,0 до 5,0 т с 1 га, у ярового рапса от 3,0 до 3,5 т с 1 га.

Научные учреждения Россельхозакадемии обеспечивают в необходимых объемах производство оригинальных семян (более 35 тыс. тонн) и семян высших репродукций сельскохозяйственных культур (более 360 тыс. тонн).

Научно-исследовательскими институтами Россельхозакадемии ежегодно разрабатываются, совершенствуются и внедряются в практику 30–35 адаптивных технологий возделывания зерновых и других культур и 15–20 технологий выращивания сортовых семян.

По экономически важным культурам: зерновым, крупяным, зернобобовым, плодово-ягодным доля российского сортимента в Госреестра селекционных достижений превышает 90 %. Российские сорта, особенно зерновых культур, превосходят по продуктивности зарубежные сорта. Следует отметить, что в Госкомиссии зарегистрировано по Северо-Кавказскому региону 415 сортов и гибридов подсолнечника, из них 240 иностранной селекции (58 %), но в производстве находится лишь 39 из них. Иностранные фирмы регистрируют свои гибриды и сорта в максимально больших регионах, но их возделывание в большинстве случаев оказывается нерентабельным в силу неподходящих природно-климатических условий. Таким образом, количество зарегистрированных селекционных достижений иностранной селекции не говорит об их тотальном распространении и полном превосходстве над отечественными достижениями.

В то же время завоз импортных семян кукурузы обходится отечественным сельхозтоваропроизводителям в 3–4 млрд руб., что на 2,0–

2,8 млрд руб. превышает стоимость такого количества семян отечественного производства, при этом для создания современной материально-технической базы отечественного семеноводства кукурузы достаточно 1,8 млрд руб.

Учеными-овощеводами академии разработаны технологии, способы, системы методов расширения биоразнообразия формообразовательного процесса и ускорения селекции у овощных культур (лука репчатого, моркови столовой, капустных культур, редиса, перца, свеклы столовой, укропа огородного), а также получения сырья и продуктов для функционального питания, снижения содержания радионуклидов и тяжелых металлов в растениеводческой продукции.

С использованием фундаментальных методов ускорения селекционного процесса, включая отдаленную гибридизацию, культуру клеток и тканей *in vitro*, эмбриоспасение, индуцированную полиплоидию, учеными академии создана серия сортов плодовых, ягодных культур и винограда с высокой продуктивностью и комплексной устойчивостью к болезням и неблагоприятным факторам среды.

Учеными академии разработан прогноз развития селекции и семеноводства в Российской Федерации, который предусматривает обеспечение семенами отечественного производства не менее 75 %, увеличение урожайности сельскохозяйственных культур на 30–35 %.

В современных условиях в области растениеводства следует сосредоточить усилия на разработке инновационных направлений:

– по созданию новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, характеризующихся высокой устойчивой продуктивностью, обладающими высокими компенсаторными способностями по отношению к неблагоприятным факторам среды (засухе, переувлажнению, заморозкам и т. д.);
– новых инновационных технологий с использованием многооперационных сельскохозяйственных машин, что позволит минимизировать затраты на обработку почвы, посев, уход за посевами и уборку урожая;
– новых технологий управления продукционными и средообразующим потенциалами агроэкосистем и агроландшафтов на основе дифференцированного использования ресурсов и применения средств агрокосмического и позиционного зондирования (адаптивное растениеводство);
– для каждой сельскохозяйственной культуры разработать зональные технологии, соответствующие следующим основным критериям: ресурсосбережение, экологическая безопасность, экономическая целесообразность (повышение конкурентоспособности);

– для обеспечения защиты растений разработать современные методы мониторинга и прогноза фитосанитарной обстановки в регионах. Основой проведения мониторинга должны являться закономерности изменения видового разнообразия и динамики численности вредных объектов сельскохозяйственных культур, цикличность их появления в определенном регионе и особенности экспансии.

I. V. Savchenko

INNOVATIVE DEVELOPMENT OF CROP PRODUCTION IN MODERN CONDITIONS

Innovative development of crops in Russia - guarantee sustainable production of high quality products based on a wide variety of plant genetic resources (more than 11 thousand species of higher plants), high security of land resources (190 million hectares of farmland), a huge variety of agro-climatic conditions of the country, favorable to the cultivation of a wide variety of crops, energy and raw materials, as well as large scientific potential.

Keywords: *innovation, crop, management, resources, the gene pool, variety, culture, productivity*

УДК 573.6:633.3: 575.167

АДАПТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ КОРМОВЫХ РАСТЕНИЙ И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Н. И. Бочарникова, доктор сельскохозяйственных наук,
А. А. Жученко, академик РАН и Россельхозакадемии

Российская академия сельскохозяйственных наук, г. Москва, Россия,
gametas@mail.ru

В работе с позиций экологической генетики культурных растений, то есть функциональной структуризации их адаптивного потенциала на системы онтогенетической и филогенетической адаптации, рассматриваются вопросы адаптивной селекции кормовых культур. Раскрыты особенности взаимосвязи потенциальной адаптивности, экологической устойчивости и средообразующих свойств кормовых культур на уровне агроценоза, агроэкосистемы и агроландшафта. Показаны возможности биоценотического, симбиотического, эдафического и других направлений селекции кормовых растений в повышении энергоэкономичности, природоохранности и рентабельности растениеводства.

Ключевые слова: *адаптивный потенциал, кормовые культуры, природоохранные и средообразующие свойства*

Для современного сельского хозяйства характерны экспоненциальный рост затрат невосполнимой энергии на каждую дополнительную единицу продукции (в том числе пищевую калорию), нарушение экологического равновесия в агроэкосистемах и агроландшафтах, все бóльшая их генетическая однотипность и уязвимость, а также усиливающаяся зависимость от нерегулируемых факторов внешней среды и применения антропогенной энергии. Сложившаяся парадоксальность ситуации в сельском хозяйстве XXI столетия состоит в том, что отрасль, базирующаяся на использовании неограниченных и экологически безопасных ресурсах Солнца и биосферы, оказалась в числе наиболее ресурсоэнергорасточительных и природоопасных. Так, если бы все страны расходовали на один гектар сельхозугодий такое же количество энергии, как в США и Западной Европе, то 80 % мировых энергоресурсов пришлось бы тратить только на сельское хозяйство. Односторонняя, преимущественно химико-техногенная интенсификация земледелия в промышленно развитых странах, как, впрочем, и стихийная экстенсификация агропромышленного комплекса в странах СНГ и восточной Европы, не позволяют перейти к ресурсосберегающим и экологически безопасным технологиям.

Тот факт, что эволюция растительного царства шла по пути «умножения числа видов» и их «экологической специализации», указывает на опасность снижения биологического (генетического) разнообразия в биосфере в целом и в агроэкосистемах кормовых культур в частности. Известно, что из 250 тысяч видов цветковых растений человек окультурил более 5 тысяч, из которых широкое распространение получили не более 200–300, а 90 % всей сельскохозяйственной продукции обеспечивается за счет 15–20 видов растений. Такое резкое сужение видового и генетического разнообразия не только уменьшило устойчивость растениеводства к «капризам» погоды и возможным изменениям климата, но и его возможность с большей эффективностью утилизировать солнечную энергию и другие неисчерпаемые ресурсы природной среды (углерод, кислород, водород, азот и др.), которые, как известно, составляют 90–95 % сухих веществ фитомассы.

Одна и та же площадь, подчеркивал Ч. Дарвин (1859), может обеспечить тем больше жизни, чем разнообразнее населяющие ее формы. Для каждого культивируемого вида растений характерен свой «агроэкологический оптимум», то есть довольно четкая приуроченность величины и качества урожая к определенному сочетанию температуры, влажности, освещения, содержания элементов минерального питания, а также их неравномерное распределение во времени и пространстве. Поэтому уменьшение биологического разнообразия в агроландшафтах кормовых культур снижает возможность дифференцированного исполь-

зования ресурсов природной среды, а, следовательно, и реализации дифференциальной земельной ренты I и II. Одновременно уменьшается и экологическая устойчивость агроэкосистем, особенно, в неблагоприятных почвенно-климатических и погодных условиях.

Необходимость перехода к адаптивной стратегии интенсификации сельского хозяйства выдвигает качественно новые требования к мобилизации мировых растительных ресурсов в плане сбора, хранения и использования генофонда, в т. ч. введения в культуру новых видов кормовых растений. В настоящее время под угрозой полного уничтожения находится свыше 25 тысяч видов высших растений, в т. ч. в Европе из 11,5 тысяч на грани исчезновения — третья часть. Уже навсегда потеряны многие примитивные формы пшеницы, ячменя, ржи, чечевицы и других культур. В то же время каждый вид, экотип, местный сорт — это уникальный, созданный в течение длительного естественного или искусственного отборов комплекс коадаптированных блоков генов, обеспечивающих, в конечном счете, наиболее эффективную утилизацию природных и антропогенных ресурсов в той или иной экологической нише.

Понимание ретроспективной природы эволюционной «памяти» высших растений со всей определенностью указывает на необходимость сохранения видового разнообразия флоры не только в «эрмитажных коллекциях», но и в естественных условиях, то есть в состоянии постоянно эволюционирующей, динамичной системы. Одновременно значительно большего внимания заслуживает создание генетических коллекций кормовых культур, генетических систем преобразования генетической информации, включающих *rec*-системы, *mei*-мутанты, гаметоцидные гены, полиплоидные структуры, разные типы рекомбинационных систем, систем репродуктивной изоляции и др. Важно также использовать генетические детерминанты формирования устойчивых гомеостатических систем, синергетических, кумулятивных, компенсаторных и других ценотических реакций, обеспечивающих экологическую «буферность» и динамическое равновесие биоценотической среды. Большего внимания заслуживают и такие генетически детерминированные признаки растений, как конкурентоспособность, аллелопатические и симбиотические взаимодействия и другие средообразующие эффекты, реализуемые на биоценотическом уровне. Особое внимание должно быть уделено видам кормовых растений, обладающих конститутивной устойчивостью к экологическим стрессам. Известно, что во второй половине XX века в ряде стран значительно (порой в 60–80 раз) возросли площади под такого типа культурами.

На современном этапе сохраняется основополагающая роль сорта, доля которого в повышении урожайности оценивается в 30–50 % и даже

80 %. При этом наиболее приоритетными направлениями в селекции стали:

- создание сортов и гибридов, сочетающих высокую потенциальную продуктивность с устойчивостью к абиотическим и биотическим стрессам;
- усиление не только продукционных, но и средообразующих функций сортов;
- бóльшая пригодность новых сортов к конструированию высокопродуктивных и экологически устойчивых, в том числе многокомпонентных агроэкосистем и агроландшафтов.

Все бóльшая ориентация селекции на усиление адаптивных и адаптирующих возможностей кормовых видов растений привела к выделению таких специальных ее направлений, как экологическое, эдафическое, биоэнергетическое, экотипическое, фитоценотическое, симбиотическое, технологическое и других. Разумеется, каждое из них не существует в «чистом виде», но и время «универсальных» сортов уходит в прошлое. Для современной селекции в большей степени становятся характерными агроэкологическая и технологическая адресность. Так, в рамках эдафической селекции создаются сорта, не только устойчивые к ионной токсичности на кислых почвах, но и способные использовать труднодоступные соединения фосфора и калия, противостоять высокой плотности субстрата, почвенным патогенам и т. д.

Для формирования смешанных посевов кормовых культур, как правило, используют обычные сорта. Между тем, целенаправленное создание многолинейных и синтетических сортов, сортов и линий с разным уровнем внутри и межвидовой конкурентности и аллелопатической активности, способных к взаимодополняемости и взаимокомпенсации, формированию благоприятной биоценотической среды и генетического (популяционного) гомеостаза, позволяет говорить о направлении фитоценотической селекции. В рамках симбиотической селекции ставится задача повышения способности кормовых растений к биологической фиксации атмосферного азота, формированию микориз и т. д.

В адаптивном семеноводстве кормовых культур должна быть обеспечена возможность использования многоэшелонированного сортового и семенного потенциала, формируемого за счет набора культур и сортов-взаимострахователей (обладающих разной скороспелостью, устойчивостью к различным расам и штаммам патогенов и т. д.) и ориентированного на биокомпенсацию «капризов» погоды, конъюнктуры рынка и других непредсказуемых обстоятельств.

A. A. Zhuchenko, N. I. Bocharnikova

Adaptive potential of forage crops and its using

The problems on the adaptive system of plant selection based on the ecological genetics of cultural plants, i. e. the functional destruction of their adaptive potential on two systems of ontogenetic and phylogenetic adaptation of forage crops are considered. The features of correlation of potential adaptivity, environmental stability and environment-forming forage plants properties for the agrocenouse, agroecosystem and agrolandscape levels are discovered. The possibilities of biocenotic, symbiotic, edaphic and other selection approaches to increase energy-saving, environment protection and profitability of plant growing are shown.

Keywords: *adaptive potential, forage crops, environmental stability and environment-forming features*

УДК 575.2:575.174:581.5:577.21:631.95

ГМО И СРЕДОУЛУЧШАЮЩИЕ СВОЙСТВА КОРМОВЫХ РАСТЕНИЙ

Ю. В. Чесноков, доктор биологических наук

Всероссийский НИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова, г. Санкт-Петербург, Россия, yu.chesnokov@vir.nw.ru

Рассматривается проблема возможного неконтролируемого распространения генетически модифицированных организмов (ГМО). Уделено внимание эволюционной и биологической безопасности ГМО, в том числе ограничению экологически безопасного применения трансгенных растений. Обсуждается возможность применения мировых генетических ресурсов традиционных сельскохозяйственных культур для их эффективного использования в целях фиторемедиации окружающей среды. Показано, что изначальная проблематичность широкого распространения генетически модифицированных растений требует глубокого осмысления этого процесса на основе разработки критериев оценки потенциальных рисков и интеграции с другими областями знаний.

Ключевые слова: *ГМО, распространение, традиционные кормовые культуры, фиторемедиация, средоулучшение*

Биотехнологические проекты по созданию генно-инженерно-модифицированных организмов (ГМО) с конца 1980-х — начала 1990-х годов перешагнули из области научного знания в область промышленно-коммерческого использования. Научно-технический прогресс нашел применение результатам фундаментальных биологических и молекулярно-генетических исследований в сельском хозяйстве, пищевой промышленности, фармацевтике и медицине. Особенно широко в последнее время эксплуатируются достижения генетики и молекулярной биологии в сфере производства коммерческих генетически модифициро-

ванных (ГМ) сортов сельскохозяйственных растений, обладающих разнообразными новыми признаками, отсутствовавшими у родительских форм. Проведенные Международным Агентством по Сбору Данных о Распространении Агробиотехнологических Разработок (Clive, 2012) исследования показывают, что в 2012 г. отмечено беспрецедентное 100-кратное увеличение площадей под коммерческими ГМ культурами с 1,7 млн. га в 1996 году до 170 млн. га в 2012 году. Из 28 стран, которые высевали ГМ культуры в 2012 г., 20 являлись развивающимися и 8 промышленно развитыми странами. В 2012 г. рекордное количество — 17300 тысяч фермеров, что на 0,6 млн. больше чем в 2011 г. — выращивали ГМ культуры, в частности, более чем 90 % из них, или более чем 15 миллионов, являлись мелкими бедными фермерами в развивающихся странах. По прогнозам ВОЗ и ФАО, к 2015 г. ГМ культуры будут выращивать 20 млн фермеров в 40 странах мира. Перенос несколько генетически модифицирующих признаков одновременно является важной особенностью ГМ культур — 13 стран выращивали трансгенные культуры с двумя или более ГМ признаками в 2012 г., причем 10 из них являются развивающимися странами. Около 43,7 млн га, что составляет 26 % из 170 млн га, были засеяны культурами с несколькими ГМ признаками в 2012 г., по сравнению с 42,2 млн га, или 26 % из 160 млн га в 2011 г. Наибольшее распространение в 2012 г. получили трансгенные сорта: сои и хлопчатника — более 80 % от всех возделываемых сортов каждой культуры, кукуруза — более 35 %, рапс — более 30 %. Основные ГМ признаки: гербицидустойчивость — 63 % от всех ГМС, сдвоенные и строенные признаки — 25 %, устойчивость к инсектицидам — 14 %. В 2012 г. общая мировая прибыль только от использования ГМ семян оценивается примерно в US$15 миллиардов. В соответствии с прогнозами, комбинации признаков станут более обширными, прежде всего это касается количественных признаков. Такие культуры все шире и шире начинают завоевывать рынок, и их массовое появление в первую очередь следует ожидать в развивающихся странах. В 2012 г. ГМ культуры были зарегистрированы для использования в пищу, в качестве кормов, для импорта и в некоторых странах даже для выпуска в окружающую среду (Clive, 2012). И, вместе с тем, в последние годы резко обозначился вопрос: насколько безопасны для человека и окружающей среды такие ГМ культуры? Предотвращение бесконтрольного распространения ГМО на планете стало одной из важнейших задач современности.

Наиболее объективный системный взгляд на данную проблему обеспечивает эколого-генетический подход (Жученко, 1980), который основан на синтезе новых междисциплинарных знаний по управлению адаптивными реакциями организмов в онтогенезе и филогенезе на раз-

ных уровнях организации живых систем: на генном, клеточном, органном, организменном, популяционном, видовом и экосистемном. В основе данного подхода лежит сравнительно молодая наука — экологическая генетика, исследующая процессы взаимодействия в системе генотип-среда. Поэтому при использовании ГМО должен изучаться весь комплекс указанных взаимодействий организмов в биосфере: человека и растений, животных, микроорганизмов и их сообществ. Экологическая генетика обеспечивает взаимосвязь многих наук: биологии, медицины, генетики, экологии, фитоценологии и др., а глубина и широта исследовательских интересов экологической генетики связана с разнообразием видов, сортов, гибридов, популяций и генотипов, методами селекции и генетики живых организмов на разных уровнях их организации, управлении формированием агроландшафтов, ландшафтов мегаполисов, городов, малых населенных пунктов и промышленных центров, способов создания здоровой среды обитания для человека за счет современных биологических, химических, физических, технических, информационных, проектно-архитектурных, конструктивных, нормативных и иных решений, обеспечивающих гармонизацию внутренней (эндогенной) среды организма человека и внешней (экзогенной) окружающей его среды. В связи с чем, мерой средоулучшающих свойств растений, животных и микроорганизмов на Земле является Человек (Жученко-мл., Труханов, 2009).

В современных дискуссиях по проблемам генетической инженерии основной упор делается на критериях, показателях и методах оценки пищевой безопасности ГМО и получаемых из них продуктов. Между тем главное внимание должно быть уделено эволюционной, биологической и экологической безопасности ГМО, в том числе исследованиям не только по расширению полезных свойств ГМО, но и в первую очередь методам ограничения экологически безопасного применения трансгенных растений (Жученко, 2003, 2009).

На сегодняшний день более 75 % населения Земли живет в странах, в которых ГМО разрешены для выращивания и/или применения в пищевой промышленности, либо для ввоза сырья и товаров из ГМО (Жученко-мл., Чесноков, 2012). Эти страны практически полностью охватывают Центры происхождения культурных растений, установленных великим русским ученым Н. И. Вавиловым. Такое положение дел вызывает закономерное беспокойство у специалистов, занимающихся сохранением и поддержанием генетических ресурсов растений (ГРР) во всем мире, в том числе, и в России, где во Всероссийском НИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова (ВИР) сохраняется уникальнейшая коллекция ГРР, насчитывающая более 323 тыс. образцов культурных растений и их диких родичей (www.vir.nw.ru).

В то же время, как известно, в современном мире большая доля населения Земли (около 2 млрд человек) живет в городах и мегаполисах — зонах суперзагрязнения. Кроме того, при длительном пребывании человека в закрытых и плохо вентилируемых помещениях увеличивается риск заболеваний за счет воздействия загрязняющих среду обитания человека вредными веществами неприродного и иного происхождения (Жученко-мл, Труханов, 2009).

Существование современного глобального экологического кризиса характеризуется двумя основными аспектами. Во-первых, это рост численности населения и стремительное увеличение доли городских жителей, и, во-вторых, загрязнение окружающей среды. Последнее может быть химического (пестициды, гербициды, вредные выбросы в атмосферу, химикалии производств и др.), физического (электромагнитное излучение, радиация, УФ-излучение, озоновые дыры и др.) и биологического (увеличение инфекционных заболеваний, антропогенное нарушение естественного состояния отдельных частей биосферы, перенаселение городов и др.) происхождения. К загрязнениям биологического происхождения с уверенностью можно отнести и генетическое загрязнение природных и сельскохозяйственных генетических ресурсов растений (ГРР) за счет непредсказуемого распространения ГМО. В то же время, трансгенные растения вполне реально применять и для очистки окружающей среды от загрязнения. Примером использования трансгенных растений для очистки окружающей среды от антропогенного воздействия могут служить генетически-модифицированные растения табака, рапса, тополя, арабидопсиса, экпрессирующие плазмидный ген *Mer-A*, кодирующий фермент меркурил-редуктазу, способствующей детоксикации ртути (Rugh *et al*., 1998: He *et al*., 2001). Такие растения могут интенсивно расти на среде, содержащей токсичные концентрации ионов ртути и поглощать ее в десять раз более эффективно, чем обычные контрольные растения. При этом рост и метаболизм трансгенных растений не подавляется. Устойчивость к ртути полученных генетически модифицированных растений передавалась ими в семенных поколениях.

В 2004 г. власти США разрешили продажу ГМ-семян люцерны, хотя научная оценка воздействия этой культуры на окружающую среду не была дана. В 2007 г. Окружной суд Калифорнии запретил компании Monsanto распространять семена люцерны, модифицированные так, чтобы они могли противостоять гербициду Roundup. Суд решил, что это нанесет вред окружающей среде. Рассмотрение апелляции в 2009 г. ничего фирме не дало. Однако после прений и разбирательств последнее и главное слово осталось за Министерством сельского хозяйства США, которое «дало добро» на производство. В силу распоряжения МСХ

США генетически модифицированная люцерна вновь оказалась на сельскохозяйственных полях многих американских фермеров. Люцерна, четвертая по распространенности сельхозкультура в США, занимает 9,3 млн га. До запрета ГМ-семена успели посеять 5,5 тыс. фермеров на площади свыше 100 тыс. га. Не исключено, что с течением времени перекрестное опыление нового сорта с обычной люцерной и другими культурами приведет к возникновению «суперсорняков», которые невозможно будет уничтожить никакими гербицидами.

Украинские ученые провели трансформацию трех сортов люцерны украинской селекции «Віра», «Луна-2» и «Полтавчанка» векторной конструкцией pCB064, которая содержит гены Ag85, ESAT6, кодирующие белки стимуляторы иммунного ответа против туберкулеза и маркерный ген *nptII,* обуславливающий устойчивость к канамицину, а также, конструкцией pCB124, содержащей ген α-интерферона человека и маркерный *nptII* ген. Исследователи предполагают, что такая люцерна позволит повысить иммунитет у человека и крупного рогатого скота (Нифантова и др., 2011). Анализ воздействия ГМ люцерны на окружающую среду ими не проводился.

Симбиотической с люцерной бактерии-азотфиксатору *Rhizobium meliloti* был встроен ряд генов, осуществляющих разложение бензина, толуина и ксилена, что содержатся в горючем. Благодаря этому глубоко проникающая корневая система люцерны позволяет очищать почву на глубину 2,0–2,5 м. Подобным образом ризобиальные бактерии используют и для очистки почвы от тяжелых металлов (Jing *et al*., 2007; McGuinness, Dowling, 2009; Nie *et al*., 2011).

Говоря об очистке окружающей среды, нельзя не вспомнить традиционные сельскохозяйственные культуры, обладающие поистине неисчерпаемым запасом потенциальной генотипической изменчивости, которые довольно эффективно могут быть использованы в целях фиторемедиации. Так, например, возможность очистки почвы и воды от солей тяжелых металлов (ТМ) с помощью различных кормовых культур: чины луговой (*Lathyrus pratensis* L.), клевера красного (*Trifolium rubens* L.), а также вейника наземного (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth), типичного представителя флоры средней полосы, обладающего повышенной устойчивостью к химическим элементам, в том числе к ТМ (Маджугина, 2008). Эти растения эффективно использовались для очистки полигонов захоронения твердых бытовых отходов, расположенных в Хметьево Солнечногорского района Московской области.

На растениях райграса, которые выращивали на отходах, содержащих фтор, найдено, что каждое повышение на 100 мг/кг почвы поллютанта повышало концентрацию фтора в надземной части райграса на 18 мг/кг при первом укосе, 8 мг/кг сухой массы при втором и 5 мг/кг

при третьем укосе (Davis, 1980). Следовательно, в надземной биомассе накапливался 31 % вносимого фтора.

Известны успешные опыты, проведенные в Новой Зеландии, с инокуляцией райграса многолетнего и клевера белого грибами, завезенными из Англии. Специальные улучшающие рост растений бактерии, особенно в стрессовых условиях, могут быть введены в корневую зону растений. Фиторемедиация будет более эффективным процессом в присутствии этих обеспечивающих рост растений бактерий (Glick, 2003). Свинец способны накапливать также кукуруза и известный сорняк амброзия (Pichtel *et al*., 2000, Zu *et al*., 2006).

Растения-гипераккумуляторы тяжелых металлов, способны накапливать в листьях до 5 % никеля, цинка или меди в пересчете на сухой вес, то есть в десятки раз больше, чем обычные растения. Большинство известных гипераккумуляторов относится к семейству крестоцветных — близких родственников капусты и горчицы. Однако к растениям-гипераккумуляторам относятся и бобовые (*Pisum sativum, Phaseolus acutifolius*), а также некоторые традиционные сельскохозяйственные злаки (*Avena sativa, Hordeum vulgare, Zea mays*), зачастую используемые в качестве кормовых, которые оказались весьма эффективным накопителем свинца, меди и никеля (Голубкина и др., 2010).

Таким образом, генетически модифицированные растения, как показано на приведенных выше примерах, можно применять для очистки и улучшения среды обитания человека. Производительность использования ГМО для этих целей весьма высока. В то же время, совершенно очевидно, что изначальная проблематичность широкого распространения генетически модифицированных растений требует глубокого осмысления этого процесса на основе разработки соответствующих критериев потенциального риска, базирующихся на общебиологических закономерностях, интеграции с другими областями знаний и, наконец, выбора оптимальных возможностей широкого распространения конечного продукта. Генетическая инженерия стала самым мощным возбудителем спокойствия мировой общественности в начале XXI столетия. Связано это с тем, что, как и любое другое судьбоносное для *Homo sapiens* направление науки, генетическая инженерия может иметь не только позитивные, но и негативные последствия. И главная трудность заключается в том, что мы пока не в силах точно спрогнозировать не только все последствия ее широкого использования в долговременной перспективе, но и потенциальный риск в обозримом будущем. То, что генетическая инженерия позволяет обеспечить «гибридизацию без границ», вовсе не дает право для безграничных фантазий, выдаваемых нередко в качестве панацеи, позволяющей избавить современную цивилизацию от всех природных, экономических и социальных бед (Жученко,

2003, 2009). Следовательно, должно быть построено соответствующее дерево логически связанных проблем, которые необходимо свести к уже известным составляющим или, по крайней мере, использовать соответствующие модели. Разумеется, это вовсе не означает игнорирование мнения общественности. И все же поставить критические вопросы по обсуждаемой проблеме безопасности, в том числе экологической, ГМО могут только ученые (Жученко, 2003, 2009).

В то же время, для очистки окружающей среды и ее улучшения можно вполне эффективно использовать и традиционные сельскохозяйственные культуры. По своим средообразующим, средосохраняющим и средоулучшающим свойствам они не уступают, а зачастую и превосходят обычные декоративные растения, создавая разумную альтернативу трансгенным растениям. Пренебрегать таким потенциалом было бы чрезвычайно опасно, особенно в современных условиях расширения глобального экологического кризиса, когда столь возросла роль мировых генетических ресурсов растений в улучшении среды обитания человека

Литература

1. Голубкина Н. А., Сирота С. М., Пивоваров В. Ф., Яшин А. Я., Яшин Я. И. Биологически активные соединения овощей / ВНИИССОК. – М. : Изд-во ВНИИССОК, 2010. – 200 с.
2. Жученко А. А. Экологическая генетика культурных растений (адаптация, рекомбиногенез, агробиоценоз). – Кишинев : Штиинца, 1980. – 587 с.
3. Жученко А. А. Роль генетической инженерии в адаптивной системе селекции растений (мифы и реалии) // Сельскохозяйственная биология. – 2003. – №1. – С. 3–33.
4. Жученко А. А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Теория и практика. – М. : Изд-во Агрорус, 2009. – Т. 2. – С. 458–480.
5. Жученко-мл. А. А., Труханов А. И. Средоулучшающие фитотехнологии в северных мегаполисах. – М. : КРАСАНД, 2009. – 192 с.
6. Жученко-мл. А. А., Чесноков Ю. В. Генетические ресурсы и генетическая модификация растений как факторы изменений среды обитания человека // Биосфера. – 2012. – Т. 4, № 2. – С. 150–157.
7. Маджугина Ю. Г. Исследование способности вейника наземного аккумулировать тяжелые металлы с целью разработки технологии фиторемедиации : автореф. дисс. .... канд. биол. наук. – М., 2008. – 25 с.
8. Нифантова С. Н., Комарницкий И. К., Кучук Н. В. Получение трансгенных растений люцерны (*Medicago sativa* L.) с использованием Agrobacterium tumefaciens // Материалы Междунар. науч. конф. «Современные аспекты генетической инженерии растений». – Киев, 2011. – С. 50.
9. Clive J. Global status of commercialized Biotech/GM crops: 2010. ISAAA Brief No. 42. ISAAA: Ithaca, NY. 2012. 30 p.
10. Davis R. D. Uptake of fluoride by ryegrass grown in soil treated with sewage sludge // Environmental Pollution. 1980. V. 1. N 4. P. 277–284.

11. Glick B. R. Phytoremediation: synergistic use of plants and bacteria to clean up the environment // Biotechnology Advances. 2003. V. 21. N 5. P. 383–393.
12. He Y. K., Sun J. G., Feng X. Z., Czako M., Marton L. Differential mercury volatilization by tobacco organs expressing a modified bacterial merA gene // Cell Res. 2001. V. 11. P. 231–236.
13. Jing Y., He Z., Yang X. Role of soil rhizobacteria in phytoremediation of heavy metal contaminated soils // J. Zhejiang Univ. Sci. B. 2007. V. 8(3). P. 192–207.
14. McGuinness M., Dowling D. Plant-associated bacterial degradation of toxic organic compounds in soil // Int. J. Environ. Res. Public Health. 2009. V. 6. P. 2226–2247.
15. Nie M., Wang Y., Yu J., Xiao M., Jiang L., Yang J., Fang C., Chen J., Li B. Understanding plant-microbe interactions for phytoremediation of petroleum-polluted soil // PLoS ONE. 2011. Vol. 6(3). P.e17961.
16. Pichtel J., Kuroiwa K., SowyerrH. T. Distribution of Pb, Cd and Ba in soils and plants of two contaminated sites // Environ. Pollut. 2000. V. 110(1). P. 171–178.
17. Rugh C. L., Senecoff J. F., Meagher R. B., Merkle S. A. Development of transgenic yellow poplar for mercury phytoremediation // Nat. Biotech. 1998. V. 16. P. 925–928.
18. Zu Y., Wang W., Chen H., Yang F., Zhang Z. Gas exchange features of Ambrosia artemisiifolia leaves and fruits and their correlations with soil heavy metals // Ying Yong Sheng Tai Xue Bao. 2006. V. 17(12). P. 2321–2328.

Yu. V. Chesnokov

GMO and the environment improvement properties of forage crops

The brief observation of modern literature on the problem of genetically modified organisms (GMO) and pollution of environment was done. The article discusses some methods for decreasing of environment contamination by GM plants and traditional forage crops. Some ways of the increasing of phytoremediation efficacy was suggested. It is discussed a possibility to use world genetic resources of forage crops for effective using in phytoremediation of environment. It is shown that initial problematical character of wide spreading of genetically modified plants demands a deep comprehension of this process on the basis of designing of relevant criteria of potential risks and integration with other fields of knowledge.
Keywords: *GMO, expansion, traditional forage crops, phytoremediation, improvement of environment*

УДК 634.1/7:631.527:631.524.85

ПОТЕПЛЕНИЕ КЛИМАТА И ИЗМЕНЕНИЕ УСЛОВИЙ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОДУКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

И. П. Хаустович[1], доктор сельскохозяйственных наук,
Г. Н. Пугачев[2], кандидат сельскохозяйственных наук

[1]*ГНУ ВНИИС им. И. В. Мичурина Россельхозакадемии, г. Мичуринск, Россия, vniis@pochta.ru*
[2]*ГНУ Тамбовский НИИСХ Россельхозакадемии, г. Тамбов, Россия, tniish@mail.ru*

Потепление климата в ЦЧР привело к ухудшению условий жизнедеятельности растений в связи с возрастанием испаряемости в зимне-весенние и бесснежные пе-

риоды и тенденции к их улучшению во время вегетации и осенью при подготовке к зиме и прохождении органогенеза цветковых почек. Применяемые в агрономической науке методы оценки погоды, зимостойкости растений и увлажненности территории являются несовершенными, так как не позволяют объяснить возникновение стрессовых явлений на яблоне и приступить к решению задачи, поставленной РАСХН по разработке стратегии адаптивного растениеводства с учетом локального и глобального изменения климата.
Ключевые слова: *потепление климата, условия жизнедеятельности, урожайность, несовершенство методов познания*

Анализ погодных условий, проведенный за последние 60 лет, подтвердил факт потепления климата уже в начале 90-х годов прошлого века и в ЦЧР (табл. 1). Так, по отношению к 50-60-м годам среднегодо-

1. Потепление климата на широте г. Мичуринска Тамбовской области

Десятилетия	В среднем за год	Январь	Февраль	Март	Апрель	В среднем
Температура, ºС						
1950–1959	4,7	– 10,4	– 11,1	– 5,4	6,2	– 5,2
1960–1969	5,1	– 11,1	– 9,9	– 5,1	6,2	– 5,0
1970–1979	5,4	– 10,7	– 8,9	– 2,8	7,1	– 3,8
1980–1989	5,4	– 8,5	– 9,5	– 4,1	6,6	– 3,9
1990–1999	6,1	– 6,6	– 7,0	– 2,1	7,7	– 1,8
2000–2009	6,8	– 6,7	– 7,3	– 1,3	8,0	– 1,8
Относительная влажность воздуха, %						
1950–1959	77	86	84	84	73	82
1960–1969	77	83	81	82	71	79
1970–1979	76	83	83	85	71	81
1980–1989	76	86	84	82	71	81
1990–1999	74	83	81	77	66	77
2000–2009	75	85	82	77	64	77
Испаряемость, мм						
1950–1959	50,1	5,3	5,3	11,4	43,2	16,3
1960–1969	54,7	5,7	7,7	14,3	50,0	19,4
1970–1979	55,7	6,3	8,0	13,4	54,9	20,7
1980–1989	56,3	7,2	7,3	14,1	53,9	20,6
1990–1999	58,8	10,2	11,4	22,2	66,2	27,5
2000–2009	58,2	8,9	9,8	21,4	69,7	27,5
% увеличения		185,5%	163,1%	169,1%	145,8%	153,6%

– статистически достоверно по отношению к 1950–1969 гг.

вая температура воздуха повысилась на 1,2 ºС, а в 2000-е годы — на 1,9 ºС, при этом относительная влажность воздуха снизилась, соответственно, на 3,0 и 2,5 %. Однако изменения происходили за счет зимне-весенних периодов, где температура возросла с января по апрель на 3,4 ºС, а влажность воздуха снизилась на 6,0 %. В теплые зимы 90-х и

2000-х гг., которых было 13, значения этих показателей были больше и составили соответственно 4,4 ºС и 10–12 %. Это привело к увеличению иссушающей способности или испаряемости на 170 %. Статистически достоверно они начали изменяться раньше: температура воздуха с 1975 г., относительная влажность с 1982 г. и испаряемость с 1970 г.

Изучение изменения климата выявило отрицательные и положительные стороны этого процесса для жизнедеятельности сельскохозяйственных культур. Отрицательная сторона связана с возрастанием испаряемости, что вызвало ухудшение условий среды обитания в зимне-весенний период в связи с усилением транспирационных потерь у древесных плодовых и ягодных культур и у травянистых — земляники и озимой пшеницы и ржи — с увеличением числа бесснежных периодов, их продолжительностью и испаряемостью в них (табл. 2).

2. Характеристика бесснежных периодов за осень и весну при температуре почвы соответственно от + 2,2 до + 2,2 ºС

Десятилетия	Количество, единиц	Продолжительность, дней	Испаряемость, мм
1970–1979	2	5,6	123,2
1980–1989	3	10,6	159,6
1990–1999	4	11,9	253,1
2000–2009	6	19,5	364,8
$НСР_{05}$	—	4,8	81,2

Это привело в течение большого количества лет к снижению урожайности производственных насаждений этих культур (табл. 3). Коэф-

3. Урожайность производственных насаждений яблони, земляники и озимых культур в Тамбовской области в годы с повышенной испаряемостью воздуха в зимне-весенние периоды

Культура	1990	1991	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2003	2004	2005	В оптимальные годы
Яблоня	17,8	20,0	3,7	15,4		18,7	32,0	9,6	39,9	34,9	42,6			71,6
Земляника			19,0	4,6	19,2				16,5	12,3	13,8	18,0	20,5	40,6
Озимая рожь				10,2	14,3			13,3	15,1		17,2	17,4	16,2	29,8
Озимая пшеница				10,5	18,1			21,6	18,7	28,1	23,2	21,5	21,9	33,3

фициент корреляции составил на яблоне – 0,81, землянике – 0,79 и озимой пшенице – 0,72. Сочетание возросшей испаряемости с подмерзанием древесины и холодной погоды мая вызвало в 1990, 1994, 1997 и 1999 гг. в период образования и роста завязи плодов возникновение водного стресса у яблони. При этом урожайность яблони снижалась с 70 до 4–17 ц/га, а в годы только с повышенной испаряемостью до 30–4 ц/га. После бесснежных периодов у земляники она уменьшалась с 40 до 4–20 ц/га и озимой пшеницы — с 30 до 10–20 ц/га.

К положительной стороне данного вопроса относится улучшение условий мая, где погода перешла из градации умеренно увлажненной в умеренно сухую с постепенным увеличением этого показателя к 2000-м годам (табл. 4). При достаточном увлажнении почвы после снеготаяния

4. Увлажненность местности на широте г. Мичуринска по Томлейну, мм

Годы	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь
1950–1959	40,8	65,9	38,9	40,4	13,7	– 20,3
1960–1969	49,6	83,6	52,7	44,2	15,4	– 7,0
1970–1979	58,1	54,9	1,2	38,6	20,0	– 24,4
1980–1989	61,1	41,8	53,2	27,9	16,2	– 16,2
1990–1999	64,5	63,1	39,0	61,4	– 8,6	– 35,2
2000–2009	71,7	3,6	55,3	67,1	35,0	– 12,2
2010–2011	88,0	75,5	70,6	20,3	55,4	– 9,8

и ускорением ее прогревания в мае это будет способствовать лучшему развитию садовых и полевых культур и снижению возникновения стресса на яблоне. Благоприятные условия для развития растений создались в июне 2000-х годов, когда увлажненность местности перешла из умеренно сухой в преимущественно увлажненную, что улучшило развитие растений в период активного их роста. Такое сочетание погоды мая и июня приводило в отдельные годы, при отсутствии высоких транспирационных потерь в бесснежные периоды, к получению рекордных урожаев полевых культур.

Шкала Томлейна (Т = Испаряемость – Осадки)

Показатель увлажнения, мм	Характеристика местности
150	Очень сухая
от 150 до 101	Преимущественно сухая
от 100 до 51	Умеренно сухая
от 50 до 1	Умеренно увлажненная
от 0 до -50	Преимущественно увлажненная
от -50 до – 100	Влажная
> – 100	Очень влажная

Для насаждений яблони в 90-е и 2000-е годы положительным стало снижение в августе увлажненности территории до градации умеренно сухой. Это способствовало повышению товарности плодов, улучшению условий для протекания процесса дифференциации цветковых почек и ускорению созревания зерна озимых культур.

В осенний период также отмечалось возникновение благоприятных условия для протекания органогенеза цветковых почек, формирования более высокой потенциальной урожайности яблони и подготовке растений к зимовке (табл. 5). На основании данных ряда ученых [1] о протекании процесса дифференциации цветковых почек в осенний период, нами разработана методика прогнозирования урожайности производственных насаждений яблони в следующем году (r = 0.81) [2].

5. Суммарная осенняя испаряемость в период протекания процесса дифференциации цветковых почек и подготовки деревьев яблони к зиме

Десятилетия	В среднем за десятилетие		Количество лет с величиной до				Средняя испаряемость за период с ноября по апрель, мм
	мм	%	1000 мм	1500 мм	2000 мм	3000 мм	
1970–1979	1307,4	100,0	5	2	2	1	17,0
1980–1989	1373,1	105,1	3	3	3	1	16,9
1990–1999	1480,1	113,2	3	1	4	2	22,1
2000–2009	1708,3	130,7	3	1	3	3	22,7
2010	1864,8	—	—	—	1	—	21,2
2011	1183,4	—	—	1	—	—	18,6

Было установлено, что высокой урожайности насаждений хозяйства или области предшествует и большая суммарная величина испаряемости. Согласно данным литературы, на этот отрезок времени приходится и подготовка плодовых и ягодных культур к зиме [1]. А именно: чем продолжительнее протекает переход температуры воздуха от 15 до 10 ºС, тем лучше создаются условия для накопления крахмала и подготовки растений к зиме. Замена температуры воздуха на испаряемость позволила одновременно рассматривать показатели [2]. Было определено, что с каждым десятилетием возрастало суммарное значение испаряемости, которое достигло максимума в 2000-е годы и увеличилось по отношению к 70-м годам в среднем на 30,7 %, а с величиной более 2000 мм — в 2 раза. Это указывало на улучшение условий для подготовки растений к зиме и формированию более высокой потенциальной урожайности яблони. Однако получение высоких урожаев плодов на уровне стран Западной Европы сдерживается, наряду с существен-

ным подмерзанием тканей, испаряемостью в марте и апреле, особенно при высоких значениях, которые за последние 20 лет возникали 13 раз.

Наряду с этим было установлено несовершенство методов оценки погоды в зимний период по температуре воздуха и, соответственно, зимостойкости растений. Это не позволило садоводческой науке в 1990 г. связать возникновение стрессовых явлений на яблоне с наименьшей суммой отрицательных температур (– 342,2 ºС) и подмерзанием деревьев на 2–3 балла, а в 2010–2011 гг. приступить к решению задачи, поставленной РАСХН по разработке стратегии адаптивного растениеводства с учетом локального и глобального изменений климата.

Причина заключалась в том, что при оценке погоды не принималась во внимание относительная влажность воздуха, которая в сочетании с температурой формирует испаряемость. В 1990 г. ее величина была наивысшая, особенно в апреле при положительных температурах. Однако это значение не учитывается в существующей методике изучения зимостойкости деревьев. Поэтому, чтобы решить возникшую климатическую проблему, необходимо погоду оценивать возросшей испаряемостью, а границу действия зимостойкости расширить и рассматривать не только на устойчивость к отрицательным температурам, но и положительным до момента выхода растений из вынужденного покоя. У яблони в ЦЧР он заканчивается в конце апреля при температуре почвы 5,4 ºС на глубине 40 см с образованием первичных корней. В этом месяце растения несут 50 % транспирационных потерь от общего количества за зимне-весенний период. При подмерзании тканей они увеличиваются.

Аналогичное несовершенство из-за неучета влажности воздуха было выявлено в методике определения увлажненности территории по ГТК Селянинова. При сравнении с методом Томлейна [2], где влажность воздуха входит в состав испаряемости, были выявлены значительные различия в оценке погоды (табл. 6). Так, например, в мае и сентябре 1990 г. ГТК Селянинова составил, соответственно, 3,1 и 3,0, что указывало на избыточную увлажненность местности. Однако по методике Томлейна эти значения были равны 40,8 мм и –167,3 мм. В первом случае территория оценивалась как умеренно увлажненная, а во втором – очень увлажненная, минуя при этом градации преимущественно увлажненная (от 0 до -50 мм) и влажную (от -50 до -100 мм). Причиной этому были различия относительной влажности воздуха в 16% (61 к 87 %). С 1990 по 2011 гг. количество таких несоответствий составляло 9, а с несколько меньшими значениями наблюдались в каждом вегетационном периоде.

6. Сравнительная оценка увлажненности территории методами Селянинова и Томлейна на примере 90-х и 2000-х годов

Показатели	Годы	Месяцы				
		V	VI	VII	VIII	IX
Относительная влажность воздуха, % (а)	1990	61,0				87,0
ГТК по Селянинову (С)		3,1				3,0
Коэффициент Томлейна (Т)		40,8				– 167,3
а	1991		63,0			
С			0,4			
Т			113,1			
а	1992					76,0
С						2,9
Т						– 50,0
а	1993				73,0	
С					0,4	
Т					63,9	
а	1994				72,0	
С					1,1	
Т					29,4	
а	1995		60,0			
С			1,1			
Т			87,5			
а	1999	57,0				74,0
С		2,2				2,3
Т		30,1				0,9
а	2000	59,0		76,0		
С		1,3		1,6		
Т		63,2		– 9,6		
а	2001	66,0	t >	68,0		
С		1,3		1,2		
Т		8,1		51,2		
а	2005				64,0	71,0
С					0,6	0,6
Т					105,9	57,4
а	2011	57,0				75,0
С		1,0				1,1
Т		85,3				21,1

Выводы

1. Наблюдаемое потепление климата привело к ухудшению и к улучшению среды обитания растений.

2. Отрицательной стороной этого процесса является возрастание испаряемости в зимне-весенние и бесснежные периоды, приводящие к снижению урожайности садовых и полевых культур.

3. Положительным качеством изменяющегося климата является улучшение условий произрастания растений в вегетационный период.

К ним относятся более теплая погода в мае, сентябре и октябре, значительно увлажненная в июне и сухая в августе.

4. Существующие методы оценки погоды и зимостойкости не позволяют объяснить с позиции устойчивости растений наблюдаемое повышение температуры и понижение относительной влажности воздуха в зимне-весенние периоды.

5. Изучение увлажненности местности по Томлейну дает более точную и объективную оценку, чем метод Селянинова.

Литература

1. Белобородова Г. Г. Агрометеорологические основы повышения продуктивности плодоводства. – Л. : Гидрометеоиздат, 1982. – 166 с.
2. Хаустович И. П., Пугачев Г. Н. Методики определения состояния растений по показателям погоды : Рекомендации. – Мичуринск : Изд-во МичГАУ, 2009. – 26 с.

I. P. Khaustovich, G. N. Pugachyov

Climate warming up and achieving agricultural crop productivity potential in varying conditions

The observed climate warming up in Central Chernozem Region resulted both in aggravation of conditions for vital activity of plants due to increase of evaporation in winter and spring periods and snowless winters and trend in their improvement during vegetation for winter and organogenesis of flower buds. The methods of weather plant winter-hardiness and moisture applied in agronomic science are incomplete as the mechanism stress phenomenon occurrence is still unknown and the problem put by RASKHN on development of a strategy of adaptive plant growing considering local and global climate change is still unsolved.

Keywords: *climate warming up, vital activity conditions, yield, incomplete methods of knowledge*

УДК 577.4; 633.2

РАЙОНИРОВАНИЕ КОРМОВЫХ УГОДИЙ ЦЕНТРАЛЬНОГО РАЙОНА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

И. А. Трофимов, доктор географических наук,
Л. С. Трофимова, кандидат сельскохозяйственных наук,
Е. П. Яковлева

Всероссийский научно-исследовательский институт кормов имени В. Р. Вильямса Россельхозакадемии, г. Лобня Московской области, Россия, vniikormov@nm.ru

Представлены результаты агроландшафтно-экологического районирования Центрального природно-экономического района России. На территории района выде-

лено 3 природно-сельскохозяйственные зоны, 6 провинций, 26 округов, даны их площади, структура земельных и природных кормовых угодий, экологическое состояние, характеристика развития негативных процессов на сельскохозяйственных угодьях.
Ключевые слова: *агроландшафты, экология, районирование, Центральный природно-экономический район России*

В успешном развитии сельскохозяйственного производства исключительно большую роль играют всесторонний учет и наиболее полное использование природных и хозяйственных ресурсов, рациональное природопользование, оптимизация агроландшафтов, улучшение и охрана окружающей среды. Разработка и освоение научно обоснованных систем ведения сельского хозяйства и, в том числе кормопроизводства, должны в полной мере учитывать конкретные агроландшафтные, экологические и хозяйственные условия каждой природной зоны, провинции и округа, каждой административной области, района и хозяйства [1–5].

Агроландшафтно-экологическое районирование позволит обеспечить максимальную согласованность и соответствие специализации и концентрации сельскохозяйственного производства, развития кормопроизводства, земледелия и животноводства с природными условиями и качеством земель, экологическим состоянием агроландшафтов и охраной окружающей среды. Важность рационального использования природных кормовых угодий и многолетних трав состоит не только в том, чтобы обеспечить увеличение производства дешевых объемистых кормов, но и в том, что они исполняют роль стабилизирующего фактора в агроландшафтах различных зон, обеспечивают сохранение и повышение плодородия почв, защиту их от эрозии [6–10].

Для учета территориальных различий природных и экономических условий, биологических и экологических закономерностей агроландшафтов России разработана карта агроландшафтно-экологического районирования природных кормовых угодий Центрального природно-экономического района Российской Федерации. Предлагаемое районирование предназначено для разработки и освоения адаптивных систем ведения кормопроизводства, земледелия, оптимизации агроландшафтов, рационального природопользования и охраны окружающей среды.

В основу агроландшафтно-экологического районирования природных кормовых угодий положены Природно-сельскохозяйственное районирование земельного фонда страны (1983, 1984), Агроклиматическое районирование (1985), Ландшафтно-экологическое (1993) и Почвенно-экологическое районирования (1988, 1997). Границы и названия зон, провинций и округов карты районирования природных кормовых угодий согласуются с картой Природно-сельскохозяйственного райониро-

вания земельного фонда СССР и разработанными на его основе картами Почвенно-экологического районирования.

В системе агроландшафтно-экологического районирования кормовых угодий для равнинных территорий предусматривается выделение природно-сельскохозяйственных зон, провинций и округов. Каждая таксономическая единица системы агроландшафтно-экологического районирования характеризуется определенными сочетаниями природных условий и связанных с ними особенностей сельскохозяйственного использования земельного фонда.

Карта составлена в масштабе 1 : 2500000 на современной картографической основе, на которой подробно показаны границы субъектов Российской Федерации, населенные пункты, автомобильные и железные дороги, гидрографическая сеть — реки и озера постоянные и пересыхающие, рельеф (горизонтали с отметками высот), грунты (болота, солончаки, пески).

В контурах на карте проставлены соответствующие индексы единиц районирования. Индексы зон обозначаются буквами (например: Южнотаежная — ЮТ, Широколиственно-лесная — ШЛ, Лесостепная — ЛС), провинций в каждой зоне — буквами с арабской цифрой ($ЮТ_1$, $ЮТ_2$, $ЮТ_3$, $ШЛ_1$, $ШЛ_2$, $ЛС_1$), округов в пределах провинций — римскими цифрами (I, II, III, … XVI).

Специальное тематическое содержание карты раскрывается в легенде и классификации природных кормовых угодий. Легенда к карте составляется в форме таблицы, где показаны индексы, соответствующие индексам карты, название и краткая характеристика единиц районирования (ландшафтов, рельефа, почв, растительности), а также структура земельных угодий и структура природных кормовых угодий в процентах для каждой зоны, провинции и округа.

На основании проведенных расчетов по зонам, провинциям и округам агроландшафтно-экологического районирования природных кормовых угодий экономического района устанавливаются площади и структура земельных угодий (пашня, природные кормовые угодья, леса, кустарники, под водой, болота, прочие).

Содержание контуров карты районирования природных кормовых угодий согласуется с картами Природно-сельскохозяйственного районирования земельного фонда страны (1983, 1984) и Почвенно-экологического районирования (1988, 1997).

Классификация природных кормовых угодий дополняет легенду в раскрытии специального содержания единиц районирования. Она также составляется в форме таблицы на основе Общесоюзной классификации сенокосов и пастбищ. В легенде к карте при характеристике природных кормовых угодий указываются их порядковые номера по

классификации. В классификации природные сенокосы и пастбища характеризуются более подробно. Классификация содержит следующие характеристики: порядковый номер, название классов, подклассов, основных типов и модификаций природных кормовых угодий, рельеф, основные виды растений, урожайность сенокосов и пастбищ, качество корма.

Характеристика содержания единиц районирования выполняется с использованием современных геоботанических и эколого-географических карт, предыдущих районирований природных кормовых угодий страны и фондовых данных ВНИИ кормов, современных данных Федеральной службы земельного кадастра России. Проводятся детализация, корректировка содержания единиц агроландшафтно-экологического районирования природных кормовых угодий с использованием современной информации. Собираются и анализируются новые, более полные и современные данные по районированию природных кормовых угодий.

В описании зон, провинций и округов приводится более подробная характеристика природных условий по данным агроклиматического, природно-сельскохозяйственного и почвенно-экологического районирований страны, геоботаническим, эколого-географическим и фондовым данным. Приводятся основные агроклиматические показатели по зонам и провинциям районирования, описания рельефа, почв, природных кормовых угодий.

В структуре земельных угодий Центрального природно-экономического района, по данным Государственного (национального) доклада о состоянии и использовании земель Российской Федерации в 2011 году [11], преобладают леса (более 48 % от общей площади района — сюда входят лесные земли и лесные насаждения, не входящие в лесной фонд), немного меньше приходится на сельскохозяйственные угодья (42 %), водными объектами и болотами занято по 2 %. На долю пашни приходится 28 %, сенокосы и пастбища занимают 12 % площади района. В структуре сельскохозяйственных угодий Центрального природно-экономического района пашня занимает 68 %, сенокосы и пастбища — 28 %.

На территории Центрального природно-экономического района, расположенного в центральной части Русской равнины (общая площадь 48234,9 тыс. га, или 100 %), по агроклиматическим показателям тепло- и влагообеспеченности выделены и представлены на карте три природно-сельскохозяйственные зоны: Южнотаежная (37057,8 тыс. га, 77 %), которая охватывает северную и центральную его части, Широколиственно-лесная (7183,5 тыс. га, 15 %) и Лесостепная (3993,6 тыс. га, 8 %) — в южной части района (рис. 1).

Границы:

Центрального природно-экономического района

природно-сельскохозяйственных зон

провинций

субъектов Российской Федерации

Условные обозначения:

ЮТ – Южнотаежная зона
$ЮТ_1$ – Балтийская провинция
$ЮТ_2$ – Белорусская провинция
$ЮТ_3$ – Среднерусская провинция

ШЛ – Широколиственно-лесная зона
$ШЛ_1$ – Северо-Украинская провинция
$ШЛ_2$ – Среднерусская провинция

ЛС – Лесостепная зона
$ЛС_1$ – Среднерусская провинция

Рис. 1. Агроландшафтно-экологическое районирование Центрального природно-экономического района

Карта (масштаб 1 : 2 500 000) опубликована в книге «Агроландшафтно-экологическое районирование и адаптивная интенсификация кормопроизводства Центрального экономического района» [1].

В пределах зон по агроклиматическим и почвенным показателям выделено 6 провинций и по почвенно-экологическим показателям — 26 округов.

По результатам районирования составлены карта, легенда, классификация природных кормовых угодий, пояснительный текст. Единицы районирования охарактеризованы системой показателей, включающей 9 блоков (групп показателей): климат, структура земельных и кормовых

угодий, рельеф, почвы, растительность, продуктивность агроэкосистем, хозяйственное и ландшафтно-экологическое состояние, мероприятия по управлению и созданию агроэкосистем.

В целях оптимального информационного обеспечения управления, в агроландшафтно-экологическом районировании осуществлена увязка природных выделов территории с административными границами субъектов федерации. По субъектам федерации приведены данные государственного учета земель и их качественного состояния.

В Южнотаежной зоне площадь, занятая лесами и лесными насаждениями, не входящими в лесной фонд, составляет 51 % от общей площади зоны, пашня — 25, сенокосы — 6, пастбища — 8. В Широколиственно-лесной зоне доля пашни увеличивается до 44 % за счет уменьшения доли лесов и лесных насаждений до 36, на долю сенокосов приходится 5, пастбищ — 9% площади зоны. В Лесостепной зоне пашня занимает 69 %, площадь лесов и лесных насаждений снижается до 12 %, сенокосы занимают 4, пастбища — 11 % площади зоны.

В структуре природных кормовых угодий Центрального природно-экономического района преобладают:

– в Южнотаежной зоне — суходольные (42 %) мелкозлаковые, ползучеклеверные, белоусовые луга на дерново-подзолистых почвах с продуктивностью 7–15 ц/га сена и 4–10 ц/га сухой поедаемой массы среднего и ниже среднего качества, а также низинные (24 %) щучковые, мелкоосоковые, крупноразнотравно-злаковые луга на дерново-подзолистых, дерново-глеевых и торфянистых почвах с продуктивностью 10–16 ц/га сена и 5–12 ц/га сухой поедаемой массы среднего и низкого качества.
– в Широколиственно-лесной зоне — суходольные (25 %) тонкополевицево-злаково-разнотравные луга на дерново-подзолистых и серых лесных почвах овражно-балочного комплекса с продуктивностью 7–9 ц/га сена и 5–6 ц/га сухой поедаемой массы среднего качества и мелкозлаково-, узколистномятликово-разнотравные луговые степи равнин и крутых склонов (25 %) на серых лесных почвах с продуктивностью 10–15 ц/га сена и 5–12 ц/га сухой поедаемой массы хорошего и среднего качества.
– в Лесостепной зоне — луговые степи по склонам ложбин и балок (73 %) с мятликово-разнотравно-бобовыми, разнотравно-злаковыми и разнотравно-бобовыми травостоями на выщелоченных и оподзоленных черноземах с продуктивностью 10–13 ц/га сена и 7–10 ц/га сухой поедаемой массы хорошего и среднего качества.

Значительное развитие негативных процессов на сельскохозяйственных угодьях Центрального природно-экономического района ухудшает их качество в результате нарушенности земель водной и ветровой

эрозией, переувлажненности и заболоченности угодий, наличия угодий с кислыми и каменистыми почвами, неудовлетворительного культуртехнического состояния пастбищ и сенокосов.

Из общей площади сельскохозяйственных угодий Центрального природно-экономического района (20007,1 тыс. га, 100 %) около 30 % являются эрозионноопасными и 4 % — дефляционноопасными, 13 % переувлажнены, 14 % заболочены, 8 % каменистые, 57 % кислые.

Наиболее слабым звеном в динамической системе хозяйственных модификаций агроландшафта является пашня. Несмотря на то, что повсеместно под пашню отводятся лучшие земли, из общей площади пашни Центрального природно-экономического района (13560,3 тыс. га, 100 %) около 35 % эрозионноопасны, 4 % дефляционноопасны, 13 % переувлажнены, 8 % заболочены, 8 % каменистые, 58 % кислые.

Природные кормовые угодья, даже оттесненные распашкой на худшие земли, определяют устойчивость агроландшафта. Из общей площади пастбищ Центрального природно-экономического района (3695,1 тыс. га, 100 %) около 25 % эрозионноопасны (в 1,4 раза меньше, чем пашня), 3 % дефляционноопасны, 14 % переувлажнены, 27 % заболочены, 8 % каменистые, 46 % кислые (в 1,3 раза меньше, чем пашня); 6 % покрыты кочками, 11 % заросли кустарником и 4 % — лесом, 7 % средне и сильно сбиты.

Из общей площади сенокосов Центрального природно-экономического района (2018,3 тыс. га, 100 %) около 13 % эрозионноопасны (в 2,7 раза меньше, чем пашня), 2 % дефляционноопасны, 16 % переувлажнены, 41 % заболочены, 11 % каменистые, 48 % кислые (в 1,2 раза меньше, чем пашня); 2 % покрыты кочками, 17 % заросли кустарником и 4 % — лесом.

Экологическое состояние ландшафтов, в целом напряженное, ухудшается к югу территории Центрального природно-экономического района. Обусловлено это, главным образом, избыточной распашкой эрозионно- и дефляционноопасных земель, развитием эрозионных, дефляционных и других деградационных процессов на сельскохозяйственных землях, а также радиоактивным загрязнением 40–50 % территории Широколиственно-лесной и Лесостепной зон.

Средостабилизирующие компоненты агроландшафтов (луга, многолетние травы на пашне, многолетние насаждения, леса, древесно-кустарниковая растительность, болота и водные объекты), которые обеспечивают стабильность и устойчивое продуктивное функционирование агроэкосистем и агроландшафтов, а также препятствуют развитию негативных процессов, занимают очень малую долю в структуре земель Лесостепной и Широколиственно-лесной зон. Для территории Центрального природно-экономического района оптимальная доля сре-

достабилизирующих компонентов агроландшафтов, которые сами также в значительной степени деградированы и их средостабилизирующая функция ослаблена, составляет 50–60 % от общей площади территории. Исходя из этого, долю средостабилизирующих компонентов агроландшафтов Центрального природно-экономического района необходимо увеличить в Широколиственно-лесной зоне на 10 % (с 40–50 до 50–60 %), в Лесостепной зоне — на 20 % (с 30–40 до 50–60 %), что является агроландшафтно-экологическим обоснованием целесообразности расширения площадей многолетних травяных экосистем (лугов и посевов многолетних трав) на низкопродуктивной и слабоустойчивой к негативным процессам пашне (эродированной, дефлированной, переувлажненной).

Литература

1. Агроландшафтно-экологическое районирование и адаптивная интенсификация кормопроизводства Центрального экономического района Российской Федерации / А. С. Шпаков, И. А. Трофимов, А. А. Кутузова и др. – М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – 396 с.
2. Косолапов В. М., Трофимов И. А., Трофимова Л. С. Кормопроизводство — стратегическое направление в обеспечении продовольственной безопасности России. Теория и практика. − М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2009. − 200 с.
3. Кутузова А. А. Перспективы развития луговодства // Кормопроизводство. – 2007. – № 5. – С. 12–15.
4. Шпаков А. С., Трофимов И. А. Агроландшафтно-экологические основы конструирования агроэкосистем и принципы управления ими // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2002. – № 4. – С. 31–33.
5. Трофимов И. А., Косолапов В. М., Савченко И. В., Трофимова Л. С., Яковлева Е. П., Лебедева Т. М. Агроландшафтно-экологическое районирование кормовых угодий и стратегия управления агроландшафтами Волго-Вятского экономического района // Кормопроизводство. – 2009. – № 1. – С. 2–10.
6. Трофимова Л.С., Трофимов И.А., Яковлева Е.П. Агроландшафтно-экологическое районирование кормовых угодий Северо-Западного природно-экономического района Российской Федерации // Кормопроизводство. – 2010. – № 8. – С. 10–13.
7. Трофимов И. А., Трофимова Л. С., Лебедева Т. М., Яковлева Е. П. Агроландшафтно-экологическое районирование и оптимизация агроландшафтов Поволжского экономического района // Поволжский экологический журнал. – 2005. – № 3. – С. 292–304.
8. Трофимов И. А., Трофимова Л. С., Яковлева Е. П., Лебедева Т. М. Стратегия управления агроландшафтами Поволжья // Поволжский экологический журнал. – 2008. – № 4. – С. 351–360.
9. Трофимова Л. С., Кулаков В. А. Современное экспериментальное обоснование развития дернового процесса на лугах // Кормопроизводство. – 2003. – № 11. – С. 11–14.
10. Трофимов И. А., Трофимова Л. С., Яковлева Е. П. Кормопроизводство в развитии сельского хозяйства России // Адаптивное кормопроизводство. – 2011. – № 1. – С. 4–8.

11. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации в 2011 году. – М. : Росреестр, 2012. – 248 с.

L. S. Trofimova, I. A. Trofimov, E. P. Yakovleva

Agrolandscape-ecological zoning of forage grasslands European Russia centre

Presents the results of agrolandscape-ecological zoning of the Central natural-economic region of Russia. The district allocated 3 natural and agricultural areas, 6 provinces, 26 districts, shows their area, the structure of the land and natural grassland, ecological condition, characteristics of the development of negative processes on agricultural land.
Keywords: *agrolandscapes, ecology, zoning, Central natural economic region of Russia*

УДК 631.48.3

РАЗРАБОТКА КЛАССИФИКАЦИИ ПРИРОДНЫХ КОРМОВЫХ УГОДИЙ И РЕСУРСОВ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ РОССИИ

Н. А. Семенов, доктор биологических наук

Всероссийский научно-исследовательский институт кормов имени В. Р. Вильямса Россельхозакадемии, г. Лобня Московской области, Россия, vniikormov@nm.ru

Классификация кормовых угодий и ресурсов разработана для лесостепных ландшафтов, которые выделены в отдельную лесостепную зону.
Ключевые слова: *лесостепь, зона, растительность, почвы, рельеф, природные кормовые угодья*

Работы по инвентаризации лугов для составления обзорных карт с показом типов и площадей угодий, запаса кормов, а также по их паспортизации, то есть составлению карт в масштабе одного хозяйства и характеристика угодий по типам, модификациям и площади, состоянию, урожайности, эффективным мероприятиям по улучшению, нельзя проводить без типологической оценки лугов и почв, и изучения их во времени и пространстве. Только после таких комплексных исследований можно найти закономерности распределения лугов по типам и провести систематизацию, то есть разработать классификацию естественных сенокосов, пастбищ и земель побочного пользования (в том числе и земли мелиоративного фонда — ЗМФ, куда в настоящее время можно отнести «законсервированные пашни»), которые могут дать кормовую продукцию после их улучшения. Исследование сенокосов и пастбищ по их типологическим свойствам, систематизации с последующим составлением классификации во ВНИИ кормов проводили на основе фитотопоэкологического метода, принятого В. Р. Вильямсом, А. М. Дмитриевым,

Л. Г. Раменским, С. П. Смеловым, Т. А. Работновым, И. В. Лариным, И. А Цаценкиным и др. Метод основан на изучении лугов по взаимосвязям между растительностью, почвой, рельефом, условиями увлажнения, состоянием. Но есть и другие направления в изучении и классификации лугов — это фитоценологическое, авторы которого В. В. Алехин, А. П. Шенников и др., считали, что систематизацию форм растительности следует проводить по флористическим признакам. Большое значение для типологии лугов имеют разработанные Л. Г. Раменским экологические шкалы, характеризующие конкретные растения по шкалам увлажнения (120 ступеней (ст.)), богатства и засоления почвы (30 ст.), пастбищной дигрессии (10 ст.), аллювиальности (10 ст.), высотности (15 ст.). Однако для научных целей и использования этих шкал при определении типов природных кормовых угодий (ПКУ) и отдельных растений-индикаторов необходимо установить тесную зависимость между их агро- (био- и др.) химическими свойствами и соответствующими им почвами и их свойствами. Только при таком комплексном подходе с учетом экологических требований при кормодобывании в заданном ареале можно считать «управление агроландшафтами» грамотным. Выделение лесостепных ландшафтов в самостоятельную природную зону очевидно и необходимо в соответствии с экологическими принципами и критериями, разработанными А. М. Дмитриевым, В. Р. Вильямсом, Л. Г. Раменским.

Ниже приводится в качестве примера один из разработанных нами фрагментов классификации ПКУ, в которой упорядочены ее таксономические единицы на агротопоэкологической основе (Семенов, 1996, 2007, 2008 гг.). ПКУ РФ расположены, в основном, в трех природных зонах: лесной, лесостепной и степной. Сюда не входят оленьи пастбища тундровой и лесотундровой зоны. Типично пустынные ПКУ отсутствуют, а полупустынные занимают сравнительно небольшие площади в Прикаспийской низменности. Разработанная классификация показана на примере лесостепной зоны, где ПКУ занимают около 16 млн га, в том числе 2,5 млн. га — овражно-балочные комплексы, и более 10 млн га — на солонцах и засоленных почвах (вместе со степной зоной). В «Общесоюзной» классификации нет разделения на лесостепные и степные ПКУ, несмотря на большие площади первых, их разнообразие и уникальность простирания, особенно по долготе. Лесостепной зоне присваивается индекс «СЛ».

Разработанная классификация приобретает новый и логический смысл: Класс. СЛ-1. Лесостепные равнинные на серых лесных, луговочерноземных, луговых осолоделых почвах, оподзоленных и выщелоченных черноземах. Класс объединяет угодья трех подклассов: СЛ-1а. Злаково-разнотравные луговые степи равнин и пологих склонов на гли-

нистых и суглинистых почвах[1]. СЛ-1б[2]. Злаково-разнотравные и разнотравные степные (лесостепные) равнинные и пологосклоновые на супесчаных и песчаных почвах и закрепленных песках. СЛ-1в. Разнотравно-злаковые остепненные прибалочные и придолинные склоновые на маломощных и малоразвитых каменистых (часто) и щебнистых почвах. Как следует из определения класса СЛ-1, он выделяется по форме макрорельефа с близкими типами и подтипами почв. Природные сенокосы и пастбища формируются на холмистых и увалистых равнинах. Три новых подкласса объединяют растительность в зависимости от размера фракций почвы и ее гранулометрических особенностей. Группы типов подкласса СЛ-1а объединены в зависимости от подтипа почвы с типичными для каждого подтипа условиями увлажнения и минерального питания растений. СЛ-1а-1. Группа типов — на серых лесных почвах; СЛ-1а-2 — на лугово-черноземных почвах; СЛ-1а-3 — на луговых осолоделых почвах; СЛ-1а-4 — на оподзоленных черноземах; СЛ-1а-4 — на выщелоченных черноземах. В подклассе СЛ-1б выделяются три группы типов: 1 — на супесчаных почвах; 2 — на маломощных песчаных почвах; 3 — на задернованных в разной степени песках. Подкласс СЛ-1в объединяет три группы типов: 1 — на слабо- и среднесмытых почвах; 2 — на маломощных сильносмытых почвах; 3 — на малоразвитых и маломощных каменистых и щебнистых почвах.

Класс. СЛ-2. Лесостепные плоскоравнинные на солодях (и осолоделых почвах), солонцах (и солонцеватых почвах), солончаках (и засоленных почвах). В него входят два подкласса: СЛ-2а (злаково-разнотравные на солодях, сильно- и среднеосолоделых и среднезасоленных почвах) и СЛ-2б (злаково-разнотравные и разнотравно-злаковые на солонцах, солончаках, сильносолонцеватых и сильнозасоленных почвах). Возможно выделение в отдельный подкласс (СЛ-2б) угодий на солончаках и сильно засоленных почвах.

Подкласс СЛ-2а включает в себя группы типов в зависимости от подтипа солодей (а типы — в зависимости от вида, например, от мощности осолоделого горизонта или по содержанию гумуса): на солодях луговостепных; на луговых солодях; на солодях лугово-болотных (солоди дерново-глеевые), на солончаковых и глубокосолончаковатых почвах. В подкласс СЛ-2б входят группы типов в зависимости от подтипа, вида, рода почвы. Первая группа типов — на солонцах (лесостепных) лугово-черноземных (типы ПКУ выделяются по роду и видам почвы: например, по степени засоления и глубины залегания карбонатов и гипса; по мощности надсолонцового горизонта — на мелких, средних,

---

[1]Название подклассов и групп типов ПКУ будут уточняться.

[2]Возможно выделение песчаных почв и песков в разной стадии развития в отдельный класс.

глубоких солонцах). Вторая группа типов — на солончаках (и их подтипах, например, на солончаках луговых и солончаках болотных, а типы ПКУ в зависимости от рода солончаков — состава солей и вида солончаков — глубины залегания солей). Третья группа типов — на сильно солонцеватых почвах (главным образом лугово-черноземные, иногда солончаковатые), средне- и многонатриевые виды, то есть 25 % от емкости обмена и выше. 4-я группа типов — на сильнозасоленных почвах (по содержанию токсичных солей); 3-я и 4-я группы типов объединяют типы угодий в зависимости от рода и вида засоленных и солонцеватых почв.

Класс. СЛ-3. Лесостепные овражно-балочных комплексов на смытых и намытых почвах. Этот класс объединяет угодья двух подклассов. СЛ-3а. Злаково-разнотравные и разнотравно-злаковые склоновые разной крутизны и экспозиции. СЛ-3б. Злаково-разнотравные и злаково-осоковые (разнотравные) на делювиальных почвах и наносах. В СЛ-3а входят две группы типов: СЛ-3а-1. Например, кострецово-овсяницево-пырейные (разнотравные) пологосклоновые. СЛ-3а-2. Например, типчаково-мятликово-тимофеечные крутосклоновые. Типы ПКУ различаются по экспозиции склонов (с учетом их протяженности и крутизны). Угодья подкласса СЛ-3б представлены тремя группами типов. 1. Остепненные на слабо- и средне намытых (иногда на слабосмытых) почвах верхних частей днищ балок. 2. Луговые на мощных намытых почвах средних частей днищ балок. 3. Сыро-луговые (до болотно-луговых) на лугово-болотных (и/или торфяно-торфянисто-болотных почвах нижних частей днищ оврагов и балок). Количество групп типов (и типов) может изменяться в зависимости от протяженности, интенсивности развития балочных систем и географического их простирания.

Класс. СЛ-4. Лесостепные низинные и болотистые на луговых, лугово-болотных и торфяно (исто)-болотных почвах. Подклассы. СЛ-4а. Злаково-разнотравные, разнотравно-злаковые осоковые на минеральных почвах. СЛ-46. Злаково-осоковые, осоково-разнотравно-злаковые, осоковые на органогенных почвах (торфяники маломощные, торфяные и торфянистые). В СЛ-4а входят группы типов в зависимости от типа и степени увлажнения: первая группа типов — влажно-луговые; вторая группа типов — сыролуговые; третья группа типов – болотно-луговые; четвертая группа типов выделяется по индикации растительности на присутствие солей в почвенном профиле. Типы ПКУ выделяются по растительности в зависимости от рода (вида) почв, например, вейниково-осоковые или осоково-крупнотравные на серых лесных грунтово-глеевых осолоделых почвах в понижениях террас рек. В СЛ-4б выделяются 2–3 группы типов по гидроморфности почв и интенсивности накопления (разложения) органики и типа водного режима. Типы определя-

ются растительностью, реагирующей на те же вышеназванные условия. Почвы выделяются на уровне подтипов и видов, например, болотные низинные торфяно-глеевые.

Класс. СЛ-5. Лесостепные пойменные на аллювиально-луговых почвах. Класс объединяет 4 подкласса ПКУ по режиму поемности и аллювиальности. СЛ-5а. Краткопоемные и редкозаливаемые на дерновых, дерново-луговых (часто маломощных) иногда засоленных почвах. СЛ-5б. Среднепоемные на аллювиально-луговых зернисто-слоистых почвах. Сл-5в. Долгопоемные на луговых мощных зернистых почвах. СЛ-5г. Болотистые притеррасные на минеральных и торфяных почвах. СЛ-5а объединяет 4 группы типов: 1. Сухолуговые на дерновых маломощных почвах; 2. Свежелуговые в поймах малых и средних рек; 3. Луговые центральной части поймы средних (и крупных) рек по склонам широких грив; 4. Сухолуговые (и свежелуговые) на засоленных почвах пойм (в основном малых рек). В СЛ-5б выделено две группы типов: 1. Влажнолуговые пойм средних и крупных рек; 2. Сырые луга пойм средних и крупных рек. Почвы выделяются на уровне подтипа и вида. В СЛ-5в входят 3 группы типов: 1. Свежие луга центральной поймы (вершина грив) средних и крупных рек; 2. Влажные луга центральной части поймы средних и крупных рек; 3. Сыроватые и сырые луга центральной части поймы и прилегающие к притеррасью луга. В СЛ-5г две группы типов: первая — на минеральных почвах; вторая — на торфяно-болотных почвах; типы выделяются в зависимости от подтипа, рода (вида) почвы или степени минерализации.

В связи с особенностями формирования почв и растительности и значительных площадей ПКУ, играющих важную роль, как в хозяйственном значении, так и в экологическом, выделяется класс Придельтовых и Дельтовых ПКУ — в устьях крупных рек (Волга, Дон, Днепр, Урал.). Класс имеет на подклассы: 1. Придельтовый, 2. Собственно дельтовый, 3. Мелиорируемых почв. Группы типов выделяются по режиму увлажнения, засоления, особенностям мелиорации, природе аллювия, так как возможны токсичные, инфекционноопасные и др. Типы выделяются по основному критерию, определяющему характер мероприятий по экологическому, санитарно-защитно-эпидемиологическому, бактериологическому и др. порогам и принципам оздоровления этих угодий. Также выделен новый класс лесостепных (и в других зонах) залежных земель. Новая классификация позволяет дифференцировать сенокосы, пастбища и ЗМФ не только обычными наземными способами. По многозональным космическим снимкам безошибочно выделяются ПКУ на уровне классов и подклассов. Например, ПКУ на солонцах, солодях различаются друг от друга рисунком и текстурой фотоизображения. Угодья на песках от солончаковых дешифруются на материалах

космосъемки в разных оптических диапазонах съемки. Овражно-балочные угодья по рисунку, структуре изображения выделяются даже на мелкомасштабных, с низкой разрешающей способностью, космоснимках от других, в т. ч. и от пойменных. Следовательно, дистанционно можно считать площади ПКУ (по классам для всей площади РФ), а по изменению их площадей во времени — проводить прогнозируемые мониторинговые измерения и коррекцию по экологическим мерам. Если по географической широте лесостепь занимает около 8º (между 50 и 58º с. ш.), то по долготе она вытянута на 72º, между 34 и 106º в. д. На западе распространены лессовидные отложения — легкие и средние суглинки и тяжелые — на востоке. Почвы разнообразны из-за большой протяженности и экологическому давлению таежно-лесной зоны севера и сухостепных пространств юга. Уникальность лесостепных ландшафтов определяется не только этими факторами. Эта зона является своего рода индикатором при определении направлений и путей развития, как сельскохозяйственного производства, так и эволюции развития почвенного и растительного покровов, особенностей их формирования, изменения свойств, сходства и/или различия типов почв и растительности во времени и пространстве; впервые вводится класс ПКУ на солонцах и засоленных почвах лесостепи и класс ПКУ овражно-балочных комплексов. Пойменные угодья вместо существующих двух классов (краткопоемные и долгопоемные) объединяются в один класс — пойменные лесостепные и логически подлежат выделению в четыре подкласса в зависимости от степени поемности, аллювиальности и влажностного режима. Выделяется 1 класс низинных и болотистых лугов вместо двух — С-4 и С-7. Класс объединяет ПКУ межводораздельных депрессий, замкнутых понижений террас рек, приозерных понижений и котловин. Из этого класса исключаются угодья, расположенные по днищам оврагов и балок и болотные угодья, занимающие, в основном, притеррасные части пойм рек. СЛ-5в. Долгопоемные на луговых мощных зернистых почвах. СЛ-5г. Болотистые притеррасные на минеральных и торфяных почвах. СЛ-5а объединяет четыре группы типов: 1. Сухолуговые на дерновых маломощных почвах; 2. Свежелуговые в поймах малых и средних рек; 3. Луговые центральной части поймы средних (и крупных) рек по склонам широких грив; 4. Сухолуговые (и свежелуговые) на засоленных почвах пойм (в основном малых рек). В СЛ-5б выделено две группы типов: 1. Влажнолуговые пойм средних и крупных рек; 2. Сырые луга пойм средних и крупных рек. Почвы выделяются на уровне подтипа и вида. В СЛ-5в входят 3 группы типов: 1. Свежие луга центральной поймы (вершина грив) средних и крупных рек; 2. Влажные луга центральной части поймы средних и крупных рек; 3. Сыроватые и сырые луга центральной части поймы и прилегающие к притеррасью луга. В СЛ-5г

2 группы типов: 1 — на минеральных почвах; 2 — на торфяно-болотных почвах; типы выделяются в зависимости от подтипа, рода (вида) почвы или степени минерализации. В связи с особенностями почв и растительности и больших площадей ПКУ, играющих важную роль в экономике и в экологии, выделяют класс Придельтовых и Дельтовых ПКУ — в устьях крупных рек (Волга, Дон, Днепр, Урал и др.). Класс делится на несколько подклассов: 1. Придельтовый, 2. Собственно дельтовый, 3. Мелиорируемых почв. Группы типов выделяются по режиму увлажнения, засоления, особенностям мелиорации, природе аллювия, так как возможны токсичные, инфекционноопасные и др. Типы выделяются по основному критерию, определяющему характер мероприятий по экологическому, санитарно-эпидемиологическому, бактериологическому и др. порогам и принципам оздоровления этих значимых ареалов. В каждой зоне выделяется класс нарушенных ПКУ, как в результате природных резких аномалий (извержения, осыпи, обвалы и др.), так и в результате антропогенной деятельности; например, улучшенные и затем заброшенные ПКУ, бывшие пашни, почвы и угодья, загрязненные радионуклидами, тяжелыми металлами и др. Этому классу присваивается индекс по порядку – СЛ^{н}-6 (со знаком «н»); **Класс. СЛ^{н}-6.** Нарушенные лесостепные природные. СЛ^{н}-6а. Загрязненные радионуклидами. Группы типов выделяются по интенсивности (концентрации Ки/км^2) радиации. Типы ПКУ выделяются в зависимости от источника загрязнения (например, стронций, цезий, йод и др.). СЛ^{н}-6б. Загрязненные пестицидами, гербицидами, токсичными и др. ОВ. Группы типов выделяются в зависимости от степени загрязнения. Типы выделяются по основному источнику загрязнения. СЛ^{н}-6в. Загрязненные ядерными жидкими отходами, нефтепродуктами, тяжелыми металлами и др. Принципы выделения групп типов и типов те же, что и в предыдущих. СЛ^{н}-6г. Агрогенно нарушенные, например, заброшенные выработки, бытовые отходы, отвалы, стоки, карьеры, терриконы, залежи и др. Группы типов выделяются в зависимости от природы отходов; типы дифференцируются по основным компонентам, содержащимся в отвалах, терриконах, отходах и т. д. СЛ^{н}-6д. Агрогенные мелководные, подтопленные и подтопляемые. СЛ^{н}-6е. Нарушенные, требующие обводнительно-осушительных мелиораций (например, заброшенные-мелиорированные). Группы типов и типы последних двух подклассов выделяются по степени отрицательного воздействия на ПКУ, по объему затрат на их рекультивацию и др. На уровне групп типов и типов можно планировать объемы и виды работ по вовлечению нарушенных ПКУ в сельскохозяйственное производство. Таким образом, каждый выделяемый «блок» по новой классификации отличается друг от друга контрастностью топоэкологических условий, экологической соподчиненностью, очевидностью и прогнозирова-

нием агро- и мелиоративных мероприятий. Выделен новый класс лесостепных залежных земель. Классификация позволяет дифференцировать сенокосы, пастбища и ЗМФ дистанционно. По многозональным космоснимкам безошибочно выделяются ПКУ на уровне классов и подклассов. ПКУ на солонцах, солодях различаются рисунком и текстурой фотоизображения. Угодья на песках от солончаковых дешифрируются в разных оптических диапазонах спектра. Балочные угодья по рисунку, структуре изображения выделяются даже на мелкомасштабных, с низким разрешением космоснимках от др., в т. ч. и от пойменных. Следовательно, дистанционно считают площади по классам, а по их изменению во времени проводят прогнозируемые мониторинговые измерения и коррекцию экологически защитных мероприятий.

N. A. Semenov

Development of classification of natural grassland resources and forest-steppe zone of Russia

Classification of forage land and resources developed for forest-steppe landscapes that are allocated to a separate forest-steppe zone.
Keywords: *forest-steppe zone, trunk, vegetation, soils, topography, natural fodder fields*

УДК 631.582.9:9.631.585 (470.31)

СРЕДООБРАЗУЮЩИЕ ФУНКЦИИ ЛУГОВЫХ ЭКОСИСТЕМ

А. А. Кутузова, доктор сельскохозяйственных наук

Всероссийский научно-исследовательский институт кормов имени В. Р. Вильямса Россельхозакадемии, г. Лобня Московской области, Россия, vik_lugovod@bk.ru

В статье раскрыты средообразующие функции луговых агроэкосистем с учетом накопления подземной массы, изменения агрохимических показателей почвы, соотношения антропогенных ресурсов и природных факторов, агроэнергетической оценки технологий.
Ключевые слова: *подземная масса, плодородие почвы, доли природных факторов, эффективность антропогенных затрат*

Средообразующие функции луговых экосистем многообразны. Наряду с традиционным и широко признанным пониманием положительной почвозащитной роли травопольной системы земледелия акад. В. Р. Вильямса [1], современное понятие функции получило более широкое содержание. Это и влияние использованной фотосинтетически активной радиации не только на урожайность, но и на плодородие почвы [2], использование балансового метода поступления совокупной ан-

тропогенной энергии и закрепление ее в почвенной среде [3], влияние луговых экосистем на состав грунтовых вод вследствие инфильтрации и потерь биогенных элементов [4], отрицательные процессы почвоутомления особенно при длительном (бессменном) использовании бобово-злаковых травостоев [5], роли луговых экосистем в современных биосферных процессах [6], новая парадигма использования альтернативных источников энергии в луговодстве [7].

Устранение водной эрозии благодаря многолетним травостоям имеет большое значение в лесостепной и степной зонах, так как природные кормовые угодья в основном сохранились на склоновых землях, в том числе на крутых склонах (8–10 °), где с ливневыми стоками происходит смыв почвы, потери гумуса и биогенных элементов. Создание сеяных фитоценозов с участием корневищных видов на основе предварительного глубокого безотвального рыхления в сочетании с последующим щелеванием для влагонакопления позволяет устранить этот процесс деградации склоновых земель. Совместно с рядом учреждений, участвующих в координируемой программе, разработано практическое руководство, изданное в 2012 г. и разосланное в хозяйства Центрально-Черноземного района.

В лесной зоне и северной лесостепи, где на суходольных лугах преобладают малогумусные почвы, исследования, проведенные при освоении выбывшей из оборота пашни под пастбища (по четырем системам и девятью технологиям) показали (табл. 1), что накопление подземной массы 146–213 ц/га СВ за 14 лет пользования пастбищем в 3,3–4,2 раза превышает урожайность надземной массы; в корнях трав закреплено 280–420 кг/га азота и 96–159 кг/га P_2O_5. Запасы биогенных элементов в подземной массе, наряду с содержанием запасных пластических веществ (углеводов и протеина), обеспечивают начальный этап отрастания надземной массы весной и в последующих отавах. Поэтому запас питательных веществ в подземных органах возобновления является одним из биологических энергетических источников самовозобновляющихся долголетних луговых экосистем. При этом максимальное количество корней (469 ц/га СВ), азота (642 кг/га) и фосфора (375 кг/га) было в неиспользуемом заповеднике, заросшем вейником надземным. Однако эффект агрономического последействия этого на последующих культурах оказался самым низким.

Плодородие почвы за 13-летний период изменилось (табл. 2); однако положительные изменения произошли в основном в увеличении гумуса (с 1,91 % исходное содержание до 2,14–2,28 %). Наиболее высокое содержание азота в гумусе отмечалось в почве после бобово-злакового травостоя (6,5 %), самое низкое — в гумусе вейникового заповедника (5,8 %).

1. Надземная и подземная масса в долголетних пастбищных экосистемах, сформированных при освоении выбывшей из оборота пашни (в среднем за 1999–2012 гг.)

Технологическая система	Травостой, удобрение	Надземная масса				Подземная масса		
		ц/га СВ	содержание, кг/га			ц/га СВ	содержание, кг/га	
			азот	P_2O5	K_2O		азот	P_2O_5
Примитивная	естественный, без удобрений (контроль)	34,7	88,0	27,2	65,5	195	352	125
Минеральная	естественный, $P_{30}K_{60}$	48,6	119,4	42,0	117,4	192	340	123
	естественный, $N_{90}P_{30}K_{60}$	62,4	154,9	51,5	142,6	203	404	159
Техногенная	естественный, без удобрений	36,2	91,1	29,9	70,0	185	339	119
	злаковый, без удобрений	34,3	86,7	27,6	61,4	146	283	96
	бобово-злаковый, без удобрений	41,6	107,8	32,1	72,4	191	346	132
Техногенно-минеральная	бобово-злаковый, $P_{30}K_{60}$	49,9	134,7	42,2	99,7	190	348	131
	злаковый, $N_{90}P_{30}K_{60}$	63,7	160,0	53,4	132,5	213	424	136
Заповедник (без использования)	естественный (вейник)	—	—	—	—	469	642	375
$НСР_{05}$		4,2				9,0		

Поэтому, несмотря на высокое содержание гумуса (2,46 %) в почве заповедника, качество его по соотношению C : N азота уступает показателям почвы во всех других луговых экосистемах, а также по урожайности райграса однолетнего, посеянного по этому предшественнику.

Многолетние бобовые виды в луговодстве выполняют три важнейших функции: благодаря симбиотической азотфиксации улучшают уровень азотного питания, который находится в первом минимуме для большинства луговых экосистем и поэтому повышает их продуктивность; улучшают качество корма и оказывают положительное последействие на плодородие почвы. Однако длительное бессменное выращивание их на одном месте, а это условие в луговодстве является вынужденным, так как не все площади соответствуют их экологическим требованиям, приводит к почвоутомлению (в основном вследствие накопления фитопатогенов). В результате проведенных во ВНИИ кормов длительных исследований (табл. 3) совместно с кандидатом сельскохозяйственных наук Е. Е. Проворной установлено положительное влияние на сбор

2. Агрохимические показатели почвенного плодородия при освоении выбывшей из оборота пашни в пастбища (2011 г.)

Технологическая система освоения	Травостой, удобрение	$pH_{сол.}$	ГК, мг-экв./100 г	N, % СВ	Гумус, %,	C, %	C : N	Содержание, мг/кг	
								K_2O	P_2O_5
Примитивная	Естественный, без удобрений (контроль)	4,20	4,14	0,130	2,07	1,12	8,6	46	59
Минеральная	Естественный, $P_{30}K_{60}$	4,16	4,42	0,135	2,14	1,16	8,6	46	78
	Естественный, $N_{90}P_{30}K_{60}$	4,12	4,61	0,135	2,18	1,18	8,7	43	78
Техногенная	Естественный, без удобрений	4,22	4,05	0,132	2,18	1,18	8,9	37	39
	Сеяный злаковый, без удобрений	4,28	4,32	0,135	2,22	1,20	8,9	41	30
	Бобово-злаковый, без удобрений	4,19	4,32	0,135	2,16	1,17	8,7	43	44
Техногенно-минеральная	Бобово-злаковый, $P_{30}K_{60}$	4,27	4,32	0,140	2,15	1,16	8,3	46	64
	Злаковый, $N_{90}P_{30}K_{60}$	4,23	4,52	0,141	2,28	1,23	8,7	44	60
Заповедник	Вейниковая залежь	4,22	3,71	0,134	2,46	1,33	9,9	119	74

3. Агроэнергетическая оценка эффективности создания и использования сенокоса в среднем за 7 лет (2000–2006 гг.)

Технологическая схема			Сбор с учетом потерь		Затраты совокупной энергии, ГДЖ/га	Доля природных факторов в структуре производства ОЭ с 1 га		Эффективность антропогенных затрат, АК, %	Прибавка на 1 кг семян бобовых в сумме за 7 лет, корм. ед.
предшествующая травосмесь	изучаемая травосмесь, вид и сорт бобового компонента	скарификация / инокуляция семян	ОЭ, ГДж/га	СП, кг/га		ГДж/га	%		
1	1	–/–	26,7	236	8,73	17,97	67	306	
1	1	–/–	67,8	643	19,20	48,60	72	353	
4	4. Луговая 67	+/–	50,6	540	9,36	41,24	82	541	1338
4	4. Пастбищная 88	+/–	56,0	779	9,44	46,56	83	593	1649
2	4. Луговая 67	+/–	59,8	962	9,49	50,31	84	630	2406
2	4. Пастбищная 88	+/–	61,9	931	9,52	52,38	85	650	2549
4	4. Луговая 67	–/–	63,7	895	9,71	53,99	85	656	2683
2	4. Луговая 67	+/+	62,1	896	9,63	52,47	84	645	2566
3	4. Пастбищная 88	+/+	64,5	1053	9,56	54,94	85	675	2756

Примечание. Обозначение травосмесей: 1 — злаковая; 2 — с клевером луговым; 3 — с лядвенцем рогатым; 4 – с люцерной изменчивой.

обменной энергии приема смены предшественника люцерно-злакового на клеверо-злаковый. При включении сорта Луговая 67 в травостой сбор обменной энергии повысился на 18 % в среднем за 7 лет, при включении сорта Пастбищная 88 — на 11 %. Инокуляции семян люцерны в сочетании со сменой предшественника повысила сбор обменной энергии травостоя с сортом Луговая 67 на 80,5 ГДж/га в сумме за 7 лет, с сортом Пастбищная 88 — на 59,5. Посев нескарифицированными семенами люцерны Луговая 67 (при содержании 58 % твердых семян в посевном материале) способствовал росту урожайности травостоя на 13 % в среднем за 7 лет, сбор обменной энергии повысился в сумме за 7 лет на 91,7 ГДж/га. Это доказывает эффективность биологической особенности твердых семян для восполнения популяции бобовых компонентов и продуктивности луговых экосистем.

Прибавка содержания азота в надземной массе люцерно-злаковых травостоев по сравнению с поступлением 45 кг/га из почвы составила 116–174 кг/га в год, за семилетний период — на 987–1218 кг/га благодаря сочетанию инокуляции семян и смены предшественника.

Агроэнергетическая оценка эффективности создания травостоев с участием люцерны изменчивой показала, что затраты на создание и использование их окупаются сбором обменной энергии в 6,3–6,8 раза (АК 630–675 %). Это обусловлено тем, что происходит мобилизация природных возобновляемых факторов (использование солнечной энергии, запасов влаги и элементов питания почвы, биологической способности возобновления травостоев в течение 7 лет без перезалужения, улучшение состава микроорганизмов почвы, повышение их активности в разложении мертвой органической массы, реутилизация элементов питания и запасных пластических веществ). Поэтому удельные затраты на производство 1 ГДж ОЭ на люцерно-злаковых травостоях (148–159 МДж) в 1,8–2 раза меньше, чем на злаковых. Технология обеспечивает экономию ресурсов на перезалужение (обработка почвы, семена, ГСМ) и на уход благодаря замене минерального источника азота биологическим, в то же время отвечает требованиям интенсификации производства кормов на луговых угодьях. Поэтому, наряду с понятием «зеленая революция», признаваемое в науке с 60-х годов прошлого столетия, в настоящее время получает все большее применение новое понятие «зеленые технологии» в АПК с использованием альтернативных источников энергии, по данным Департамента научных технологий и образования Минсельхоза РФ (Нечаев В. И., Михайлушкин П. В., 2013); доля природных возобновляемых факторов в общей структуре затрат достигает 82–85 %.

При интенсификации луговодства и внесении повышенных доз минеральных удобрений — $N_{240}P_{90}K_{120}$ — при орошении актуальная за-

дача по снижению потерь биогенных веществ с инфильтрационным стоком воды решена на основе лизиметрических исследований [4]. По данным лаборатории орошаемого луговодства (под руководством кандидата сельскохозяйственных наук Б. И. Короткова и в последующие годы — доктора биологических наук Н. А. Семенова) доказано, что при составе травосмеси с участием ежи сборной — отзывчивого вида на орошение и удобрения — потери азота снижаются на 54 % (до 11 кг/га), фосфора — на 61 %, калия — на 6 %, магния — на 31 % и кальция — на 31 %. Следовательно, за счет правильного состава травосмеси можно снизить потери элементов питания и одновременно обеспечить решение Государственной программы «Чистая вода».

Луговое кормопроизводство, как часть сельского хозяйства, относится к категории открытых агроэнергетических систем, то есть постоянно нуждается в дополнительном поступлении антропогенной энергии при сенокосном или пастбищном использовании. Без этого луговые агроэкосистемы деградируют в лесо-кустарниковые формации на севере или в пустынные и полупустынные биоценозы с преобладанием галофитов в аридной зоне. Разработанная во ВНИИ кормов методология агроэнергетической оценки различных технологических систем с учетом производства обменной энергии и совокупных антропогенных затрат позволяет определить их эффективность в кормопроизводстве, на основе учета производства валовой энергии в корме, изменения энергоемкости почвенного плодородия и совокупных затрат можно прогнозировать их роль в современных биосферных процессах (табл. 4).

Определение баланса поступления, накопления валовой энергии на краткосрочных (5-летнего пользования) пастбищах со злаковым и клеверо-злаковым травостоями позволило дать количественную оценку потоков энергии в этих агробиогеоценозах (табл. 4). Суммарное накопление валовой энергии пастбищной бобово-злаковой экосистемой превышало этот показатель злакового пастбища на 47 % в техногенной и на 25 % в техногенно-органической системе, в том числе в надземной массе соответственно на 36 и 25 %, но на фоне $N_{120}PK$ было на 9 % больше в злаковой экосистеме, а также за счет повышения плодородия почвы — на 996 и 277 %.

Установленное преимущество бобово-злакового пастбища в этих системах по суммарному накоплению валовой энергии обусловлено, в основном, за счет биологического фактора — симбиотической азотфиксации. Значительное повышение энергоемкости плодородия почвы под бобово-злаковыми травостоями объясняется более узким соотношением азота и углерода в подземной массе (1 : 18–22), что ускоряло минерализацию отмерших корней и других растительных остатков по сравнению-

4. Роль антропогенных ресурсов и природных факторов в производстве валовой энергии (ВЭ) агробиогеоценозами на краткосрочных пастбищах (в среднем за 5 лет пользования)

Система ведения	В том числе удобрения	Производство ВЭ, ГДЖ/га				Антропогенные затраты			Природные факторы	
		всего	в том числе			ГДж/га	% от производства ВЭ	КПД, % по производству ВЭ	ГДЖ/га	% к контролю
			надземная масса	подземная масса	изменение плодородия почвы					
Злаковое пастбище										
Техногенная (контроль)	Без удобрений	93,4	47,9	42,6	2,9	8,0	8,6	1168	85,4	100
Техногенно-органическая	Компост 20 т/га, ежегодно	126,7	74,5	44,0	8,2	30,3	23,9	418	96,4	113
Техногенно-минеральная	$N_{100}P_{40}K_{100}$	166,7	94,5	49,9	22,3	17,8	10,7	936	148,9	174
Бобово-злаковое пастбище										
Техногенная (контроль)	Без удобрений	137,0	63,7	44,4	28,9	8,4	6,1	1631	128,6	150/100
Техногенно-органическая	Компост 20 т/га, ежегодно	158,6	89,5	46,4	22,7	32,6	20,6	486	126,0	148/98
Техногенно-минеральная	$P_{40}K_{100}$	152,9	83,5	48,9	20,5	10,7	7,0	1429	142,2	166/111

.

со злаковым травостоем. Энергоемкость плодородия почвы на злаковом пастбище повышалась до уровня бобово-злакового пастбища (на фоне $P_{40}K_{100}$) благодаря внесению $N_{100}P_{40}K_{100}$. Установленное преимущество бобово-злакового пастбища в этих системах по суммарному накоплению валовой энергии обусловлено, в основном, за счет биологического фактора — симбиотической азотфиксации. Значительное повышение энергоемкости плодородия почвы под бобово-злаковыми травостоями объясняется более узким соотношением азота и углерода в подземной массе (1 : 18–22), что ускоряло минерализацию отмерших корней и других растительных остатков по сравнению со злаковым травостоем. Энергоемкость плодородия почвы на злаковом пастбище повышалась до уровня бобово-злакового пастбища (на фоне $P_{40}K_{100}$) благодаря внесению $N_{100}P_{40}K_{100}$.

В заключение считаю, что эти методологические подходы, изложенные в опубликованной и утвержденной РАСХН программе (2011), целесообразно расширить в других НИИ с учетом большого разнообразия типов и модификаций природных кормовых угодий по зонам страны.

Литература

1. Вильямс В. Р. Луговодство и кормовая база. – М. : Сельхозгиз, 1941. – 196 с.
2. Кутузова А. А. Клевер в луговых агроэкосистемах // Клевер в России. – М. : РАСХН – ВИК, 2002. – С. 240–287.
3. Михайличенко Б. П., Кутузова А. А., Новоселов Ю. К. и др. Методическое пособие по агроэнергетической и экономической оценке технологий и систем кормопроизводства. – М. : РАСХН, 1995. – 174 с.
4. Коротков Б. П., Ермакова Е. Г. Влияние приемов интенсификации лугового кормопроизводства на потери питательных элементов из почвы // Приемы создания и использования высокопродуктивных сенокосов и пастбищ : сб. науч. тр. – М. : ВИК, 1986. – С. 127–135.
5. Кутузова А. А., Проворная Е. Е., Иванова Н. В. Усовершенствованные технологии бобово-злаковых сенокосов в Нечерноземной зоне // Кормопроизводство. – 2003. – № 8. – С. 7–11.
6. Кутузова А. А. Прогноз роли луговых экосистем в кормопроизводстве и биосферных процессах // Кормопроизводство. – 2007. – № 10. – С. 2–7.
7. Кутузова А. А., Тебердиев Д. М., Лебедев Д. Н. Изменение продуктивности пастбищ и плодородия почвы при освоении залежных земель в Нечерноземье // Агрохимия. – 2007. – № 8. – С. 11–17.
8. Зотов А. А., Кутузова А. А., Косолапов В. М. и др. Ресурсосберегающие технологии улучшения сенокосов и пастбищ в Центрально-Черноземном районе (Руководство). – М. : РАСХН, 2012. – 54 с.
9. Нечаев В. И., Михайлушкин П. В. «Зеленые технологии»: мифы или реальность // Экономика сельского хозяйства России. – 2013. – № 1. – С. 78–85.

10. Зотов А. А., Шамсутдинов З. Ш., Косолапов В. М. и др. Ресурсосберегающие способы улучшения и использования сенокосов и пастбищ Поволжского района (руководство). – М. : ФГУ РЦСК, 2011. – 60 с.

A. A. Kutuzova

Meadow ecosystem's environ forming functions

In the article are revealed the meadow environ forming functions of agro-ecosystems, taking into account the accumulation of underground mass changes of soil agrochemical parameters, the ratio of anthropogenic resources and natural factors, agroenergy technology valuation.
Keywords: *underground mass, soil fertility, the share of natural factors, the effectiveness of anthropogenic outlays*

УДК 631.81:631:559

СРЕДООБРАЗУЮЩАЯ РОЛЬ РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ПАСТБИЩНЫХ ТРАВОСТОЕВ

К. Н. Привалова, доктор сельскохозяйственных наук

Всероссийский научно-исследовательский институт кормов имени В. Р. Вильямса Россельхозакадемии, г. Лобня Московской области, Россия, vik_lugovod@bk.ru

Установлены количественные показатели накопления корневой массы и закрепления в ней элементов питания при использовании разновозрастных пастбищных злаковых и бобово-злаковых фитоценозов. Показано изменение плодородия почвы под долголетними и периодически перезалужаемыми травостоями.
Ключевые слова: *накопление коревой массы, плодородие почвы*

Многолетние луговые травы оказывают многообразное влияние на почвенную среду в результате процессов накопления мощной корневой массы и разложения растительных остатков. К сожалению, длительных исследований по накоплению корневой массы по периодам использования луговых травостоев, сформированных в одинаковых почвенных и агротехнических условиях, выполнено крайне мало [1].

Согласно широко признанной ранее гипотезе В. Р. Вильямса о развитии дернового процесса, в луговодстве долгое время существовало мнение о непрерывном прогрессирующем накоплении корней в почве под луговыми травами [2]. Однако в последующие годы экспериментальное изучение развития дернового процесса под луговыми фитоценозами показало, что наиболее активное накопление корневой массы происходит в первое десятилетие жизни травостоев, а затем процесс накопления и разложения ее стабилизируется, что является научным подтверждением устойчивости луговых фитоценозов [3, 4].

Исследования проводились во ВНИИ кормов на суходоле временно избыточного увлажнения с дерново-подзолистой суглинистой почвой. Без внесения удобрений в условиях ненарушенной дернины запас корневой массы увеличился с 93 до 126 ц/га (или на 35 %) (табл. 1).

1. Накопление корневой массы при разном сроке использования травостоев (слой 0–20 см)

Год жизни травостоя	Удобрение	Масса корней		Темп накопления корневой массы, ц/га в год	Урожайность травостоя, в среднем за годы пользования, ц/га	Коэффициент продуктивного действия корней
		ц/га СВ	% от общей массы в слое 0–10 см			
Бобово-злаковый травостой						
3	0	93,4	80	31,1	39,7	0,42
	РК	90,1	85	30,0	66,7	0,74
6	0	107,0		17,8	33,9	0,32
	РК	103,8	83	17,3	48,6	0,47
12	0	102,5		8,5	43,2	0,42
	РК	85,4	80	7,1	62,0	0,73
18	0	95,6		5,3	40,9	0,43
	РК	96,8	74	5,4	60,0	0,62
23	0	125,9	83	5,5	38,4	0,30
	РК	97,8	79	4,2	60,6	0,62
Злаковый травостой						
3	NPK	138,1	89	46,0	71,9	0,52
6	NPK	107,0	86	17,8	71,7	0,67
12	NPK	153,5	85	12,8	85,4	0,56
18	NPK	152,3	85	8,5	78,8	0,52
23	NPK	181,4	86	7,9	78,4	0,43

Темпы среднегодового прироста подземной массы снижаются в зависимости от возраста травостоя с 30 ц/га СВ в первый период (третий год жизни) до 4 ц/га — в пятый период (23-й год жизни). При внесении полного минерального удобрения, способствующего более интенсивному кущению злаковых трав, произошло увеличение запаса корневой массы по сравнению с бобово-злаковым фитоценозом на фоне РК. На долголетнем травостое 23-го года жизни в результате эндодинамических сукцессионных изменений фитоценоза — замены рыхлокустовых видов злаков корневищными (содержание их достигало 47 %), обладающими высокой плотностью побегов, каждый из которых формирует самостоятельные подземные органы, масса достигла 181 ц/га СВ. Однако, несмотря на увеличение запаса подземной массы, темпы

ежегодного прироста с увеличением срока использования злакового травостоя снизились почти в 6 раз.

Одним из положительных проявлений многостороннего дернового почвообразовательного процесса является закрепление питательных веществ в корневой массе. Анализ химического состава подземной массы показывает, что корни бобово-злаковых травостоев, как и надземная их масса, характеризуются более высоким содержанием фосфора и кальция по сравнению со злаковыми травостоями (табл. 2).

2. Накопление элементов питания в корневой массе разновозрастных травостоев (0–20 см)

Тип травостоя	Удобрение	Возраст травостоя, год жизни	Содержание минеральных веществ							
			азот		P_2O_5		K_2O		$CaCO_3$	
			%	кг/га	%	кг/га	%	кг/га	%	кг/га
Бобово-злаковый	0	6	1,55	166,2	0,41	43,9	0,53	56,7	0,43	46,0
	РК		1,73	180,0	0,46	47,7	0,57	59,2	0,43	44,6
Злаковый	NPK		1,78	191,1	0,41	43,9	0,40	42,8	0,27	28,9
Бобово-злаковый	0	12	1,66	170,2	0,39	40,0	0,42	43,0	0,43	44,1
	РК		1,58	135,3	0,46	39,3	0,59	50,4	0,36	30,7
Злаковый	NPK		1,88	288,7	0,39	60,0	0,37	56,8	0,36	55,3
Бобово-злаковый	0	18	1,69	161,6	0,41	39,2	0,77	73,6	0,68	65,0
	РК		1,59	154,0	0,48	46,5	0,88	85,2	0,55	53,2
Злаковый	NPK		1,86	283,9	0,46	70,0	0,77	117,3	0,30	45,7

По концентрации азота (1,73 %) и закреплению его в корневой массе (180 кг/га) бобово-злаковые травостои 6-го года жизни не уступают злаковым травостоям на фоне N_{180}РК, на 12–18-й годы жизни содержание азота снизилось до 1,58–1,59 %, накопление — до 135 и 154 кг/га в связи с более активным процессом минерализации корней после их отмирания. Внесение азотных удобрений, способствующих увеличению подземной массы злакового травостоя (особенно при длительном использовании), повысило интенсивность дернового процесса и закрепление азота в корнях до 284 кг/га.

В исходном состоянии дерново-подзолистая среднесуглинистая почва (слой 0–20 см) опытного участка характеризовалась близким к нейтральной уровнем кислотности ($pH_{сол.}$ 5,8), средней обеспеченностью подвижным фосфором (93 мг/кг почвы) и низким уровнем обменного калия (72 мг/кг), содержание гумуса составило 2,08 % (табл. 3).

3. Изменение плодородия почвы при использовании долголетних и периодически перезалужаемых пастбищ (слой 0–20 см)

Количество перезалужений	Удобрение	Агрохимические показатели				Содержание				C : N
		$pH_{сол.}$	P_2O_5	K_2O	гумус, %	P_2O_5	K_2O	N	гумус, т/га	
			мг/кг			кг/га				
Исходное состояние почвы										
		5,8	93	72	2,08	219	169	3290	48,9	8,6
Бобово-злаковый травостой										
Без перезалужения	0	5,6	41	48	2,85	96	113	3290	67,0	11,8
	PK	5,0	106	69	2,70	249	162	3290	63,4	11,2
1	0	5,0	39	50	2,68	92	118	2820	63,0	12,9
	PK	4,6	101	65	2,51	237	153	3055	59,0	11,2
2	0	4,9	38	49	2,80	78	115	3525	66,0	10,8
	PK	4,6	76	62	2,70	179	146	3525	63,4	10,5
3	0	5,2	49	50	2,50	115	118	3290	58,8	10,4
	PK	4,8	98	64	2,43	230	150	3055	57,1	10,8
Злаковый травостой										
Без перезалужения	NPK	4,8	89	56	2,65	200	126	3150	59,6	11,7
1	NPK	5,1	90	63	2,51	203	142	2700	56,5	12,2
2	NPK	4,7	94	53	2,69	212	119	3150	60,5	11,1
3	NPK	4,8	80	46	2,77	188	108	2820	65,1	13,4

За 19-летний срок наблюдений показатели кислотности почвы снизились на всех вариантах опыта до уровня среднекислой реакции. Однако, даже при $pH_{сол.}$ 4,8–5,0 урожайность бобовых трав, представленных в основном клевером ползучим, составила 16,0–17,4 ц/га в среднем за 19 лет наблюдений, что объясняется значительным обогащением почвы гумусом и повышением буферной способности почвы. Содержание подвижного фосфора на долголетнем бобово-злаковом пастбище повысилось по сравнению с исходным с 93 до 106 мг/кг почвы благодаря ежегодному внесению P_{60}; на злаковом травостое (на фоне $N_{180}PK$), в связи с возросшим выносом P_2O_5 с урожаем, запас подвижных форм фосфатов в почве оставался на уровне исходного (200 кг/га), пополняемый за счет биологической аккумуляции фосфора. При высоком выносе калия с урожаем бобово-злакового и злакового травостоев, превышающем вносимую дозу 120 кг/га, содержание обменного калия в почве

снизилось, особенно заметно в почве злакового пастбища (с 72 до 56 мг/кг), что указывает на целесообразность увеличения дозы калийного удобрения на перспективу.

За период наблюдений содержание гумуса (основного показателя почвенного плодородия) повысилось с 2,08 до 2,65 % под злаковым травостоем на фоне N_{180}PK и до 2,70 % — под бобово-злаковым травостоем (на фоне PK). Запас гумуса в почве (слой 0–20 см) увеличился с 49 до 60–63 т/га соответственно (или на 22 и 30 %), ежегодный прирост составил 560 и 763 кг/га. При краткосрочном использовании бобово-злаковых пастбищ при проведении трех перезалужений отмечено снижение содержания гумуса на 10 % по сравнению с долголетним в результате усиления минерализации органического вещества отмерших растительных остатков. Это подтверждается результатами наблюдений за разложением льняной ткани (рис. 1). На краткосрочных злаковых травостоях при высоких темпах ежегодного накопления корневой массы (46 ц/га) даже на фоне N_{180}PK, активизирующем процессы минерализации, отмечено высокое (2,77 %) содержание гумуса. Содержание общего азота (3200–3300 кг/га) в почве бобово-злаковых и злаковых пастбищ при длительном их использовании оставалось на уровне исходного.

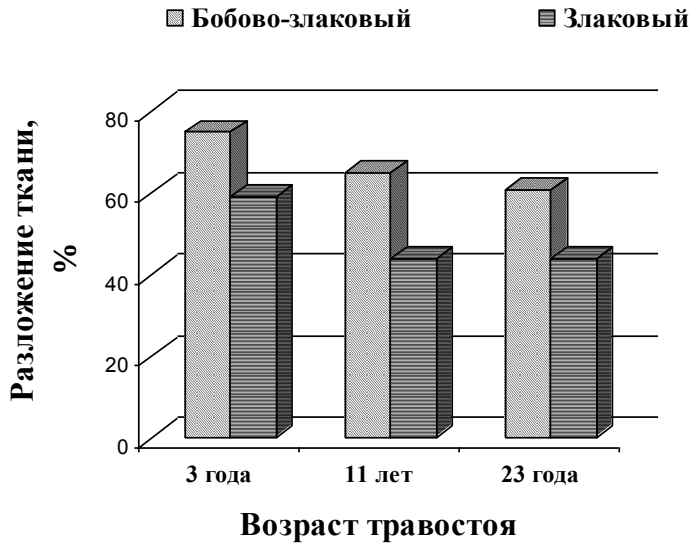


Рис. 1. Разложение льняной ткани в зависимости от срока использования травостоев (% от первоначальной массы)

В почве молодых бобово-злаковых травостоев (третьего года жизни), создаваемых на основе периодического перезалужения, за период экранизации (51 день) отмечены наиболее высокие (75 %) темпы минерализации клетчатки, что указывает на достаточное поступление азота за счет бобовых трав, участие которых достигало 42 %. С увеличением возраста травостоя от 11-ти до 23-х лет жизни скорость разложения льняной ткани практически не изменялась (61–65 %).

В почве злаковых травостоев на фоне $N_{180}PK$ интенсивность разложения льняной ткани снизилась на 16–21 % по сравнению с бобово-злаковыми травостоями, корни которых разлагаются быстрее [5]. При этом сохранилась та же, что и для бобово-злаковых травостоев, закономерность влияния возрастного фактора на интенсивность разложения льняной ткани.

Важным показателем качественной характеристики органического вещества является соотношение углерода и азота. Динамика процессов трансформации гумуса зависит в значительной степени от содержания в почве углерода [6]. С увеличением срока использования пастбищ этот показатель изменялся незначительно, и в почве долголетнего (23-го года жизни) травостоя соотношение C : N–1,2–11,7 было благоприятным для активного прохождения процессов минерализации.

Заключение. Средообразующая роль пастбищных травостоев наиболее четко проявляется при долголетнем их использовании.

Запас корневой массы на пастбище с бобово-злаковым травостоем 23-го года жизни (фон PK) составил 98 ц/га СВ, на злаковом пастбище (фон $N_{180}PK$) — 181 ц/га. Сформированная дернина пастбища выполняет важную роль экологизации, сохраняя закрепленные в ней элементы питания от потерь в условиях промывного режима. При длительном использовании травостоев содержание гумуса повысилось с 2,08 до 2,65 % в почве злакового и до 2,85 % — в почве бобово-злакового пастбища.

Литература

1. Федорова Л. Д., Гудков В. В. Изменение плодородия почвы и урожайности луга при 35-летнем внесении удобрений // Агрохимия. – 1982. – № 11. – С. 91–95.
2. Вильямс В. Р. Почвоведение, земледелие с основами почвоведения. – М., 1949. – 471 с.
3. Кулаков В. А., Щербаков М. Ф., Шпаков А. В. Влияние различных систем удобрения на продуктивность и плодородие почвы долголетних пастбищ // Бюлл. ВИУА. – 2001. – № 144. – С. 118–119.
4. Трофимова Л. С., Кулаков В. А. Современное экспериментальное обоснование развития дернового процесса на лугах // Кормопроизводство. – 2003. – № 11. – С. 11–14.
5. Кононова М. М. Органическое вещество почвы, его природа, свойства и методы изучения. – М. : АН СССР, 1963 – 314 с.
6. Еськов А. И., Лукин С. М. Научное обеспечение воспроизводства плодородия почв // Земледелие. – 2002. – № 6. – С. 14–15.

K. N. Privalova

Role of environment-forming multi-age pasture grass stands

Quantitative indicators of the root mass accumulation and retention in her element when using uneven pasture grass and legume-grass plant communities. The change in the fertility of the soil under the longstanding and occasionally resowing grass stands.
Keywords: *accumulation of root mass, fertility of the soil*

УДК 631.81:631.559.585:631.445.24

ОПЫТАМ ПО УДОБРЕНИЮ ПАСТБИЩ И СЕНОКОСОВ ВНИИ КОРМОВ ИМЕНИ В. Р. ВИЛЬЯМСА — 66 ЛЕТ

В. А. Кулаков, кандидат сельскохозяйственных наук,
Д. М. Тебердиев, доктор сельскохозяйственных наук,
А. В. Родионова, кандидат сельскохозяйственных наук

Всероссийский научно-исследовательский институт кормов имени В. Р. Вильямса Россельхозакадемии, г. Лобня Московской области, Россия, vniikormov@nm.ru

В длительных опытах (1947–2012 гг.) проверена научная гипотеза В. Р. Вильямса о ведущей роли дернового процесса на лугах, определяющего фазы смены растительности и продолжительности использования луговых трав. Изучено влияние различных уровней минеральных и органических удобрений на продуктивность пастбищ и сенокосов, изменение флористического состава фитоценозов и агрохимических показателей дерново-подзолистой суглинистой почвы. Установлено влияние изученных систем удобрения на средообразующий потенциал луговых агрофитоценозов.
Ключевые слова: *продуктивность, пастбища, сенокосы, флористический состав, агрофитоценозы, удобрения, агрохимические показатели почвы*

Во ВНИИ кормов опыты по влиянию минеральных и органических удобрений на продуктивность пастбищ и сенокосов, средообразующую роль луговых агрофитоценозов были заложены еще в 1937 г. (П. И. Ромашов, М. С. Афанасьева). В 1946 г. исследования были продолжены при повторном залужении участков и проводятся в настоящее время, то есть 66 лет без перезалужения.

Два опыта заложены на суходоле временно избыточного увлажнения (после раскорчевки леса в 1929–1930 гг.), расположенном на нижней трети пологого склона к небольшой речке. Почва опытного участка — дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая. В исходном состоянии в слое почвы 0–20 см содержалось 2,03 % гумуса, 0,12 % общего азота, 60 мг подвижного фосфора, 70 мг обменного калия в 1 кг почвы, гидролитическая кислотность — 6,43 мг-экв. на 100 г почвы, $pH_{сол.}$ — 4,3. В 1946 г. была высеяна рекомендованная в то время семикомпо-

нентная травосмесь из тимофеевки луговой, овсяницы луговой, костреца безостого, лисохвоста лугового, мятлика лугового, клевера лугового, клевера ползучего. Площадь делянок — 104 м^2. Использование травостоя — три цикла на пастбище, два укоса на сенокосе.

В статье изложены результаты исследований, проведенных авторами за последние 37 лет (1976–2012 гг.) на пастбищах и 20 лет (1993–2012 гг.) на сенокосе.

Результаты исследований и их обсуждение. Актуальность сохранения продуктивного долголетия ценных агрофитоценозов обусловлена, во-первых, экономической задачей при снижении капитальных затрат на их коренное улучшение по сравнению с краткосрочным использованием, а также потребностью ускоренного увеличения улучшенных площадей природных кормовых угодий [1]. Формирование травостоя определялось не только составом высеваемой травосмеси и экологическими особенностями местообитания, но в значительной степени зависело от уровня питания, создаваемого за счет разных сочетаний и доз удобрений. Одинаковый в исходном состоянии травостой к 61-му году жизни трав существенно изменился. Из сеяных злаковых трав остались только лисохвост луговой и мятлик луговой. Общее количество видов трав на пастбище составило 15–27, на сенокосе — 18–36 в зависимости от применяемой системы удобрения, причем наибольшее разнообразие видового состава наблюдалось на неудобренных участках, при несбалансированном минеральном питании, а также при внесении навоза (табл. 1).

1. Количество видов трав в зависимости от системы удобрении и режима использования на 61-й год жизни трав [1]

Удобрение	Всего		Злаки		Бобовые		Разнотравье	
	пастбище	сенокос	пастбище	сенокос	пастбище	сенокос	пастбище	сенокос
Без удобрений	27	31	8	5	3	4	16	22
K	25	24	8	6	3	3	14	15
P	27	28	7	5	3	4	17	19
N	19	29	7	8	-	3	12	18
PK	19	21	7	5	3	3	9	13
NK	20	19	9	9	—	—	11	10
NP	15	22	8	8	—	—	7	13
NPK	15	18	7	7	—	—	8	8
Навоз	21	36	8	8	3	5	10	22

Общей закономерностью для всех применяемых в опытах систем удобрения является внедрение в травостой дикорастущих низовых злаков, характерных для суходолов с дерново-подзолистыми почвами (ов-

сяница красная, полевица тонкая, душистый колосок, щучка) и разнотравья (одуванчик лекарственный, кульбаба осенняя, тысячелистник обыкновенный и др.). В конечном итоге сеяный травостой преобразовался в несколько типов стабильных саморегулирующихся сообществ [2].

В условиях длительного применения различных систем удобрения происходили разнонаправленные сукцессионные изменения растительности: регрессивная сукцессия на неудобренных травостоях и на фоне несбалансированного питания (K, P, N, NK, NP).

В среднем за последние 37 лет пользования травостоями продуктивность неудобренного пастбища составила 29,3 ГДж обменной энергии (ОЭ) или 1856 корм. ед. с 1 га (табл. 2). Подкормка трав полным минеральным удобрением ($N_{60–240}P_{45}K_{90–120}$) обеспечила повышение сбора ОЭ на 135–245 %. Максимальный сбор корма (76,9 ГДж ОЭ, 6452 корм. ед., 1518 кг протеина с 1 га) получен при подкормке трав из расчета $N_{180}P_{45}K_{120}$, на 1 кг д. в. удобрений прибавка составила 13,3 корм. ед. и 4,4 кг протеина.

2. Продуктивность пастбищ в среднем за 1976–2012 годы (30–66-е годы опыта), 37 лет

Удобрение (вариант опыта)	ВЭ	ОЭ	Корм. ед. с 1 га	Протеин	Жир
	ГДж с 1 га			кг с 1 га	
1. Без удобрений	40,9	22,3	1856	322,5	77,3
2. K_{90}	53,3	29,3	2517	431,7	102,9
3. P_{45}	45,0	25,4	2160	346,9	95,9
4. N_{120}	78,5	43,3	3649	686,2	161,3
5. $P_{45}K_{90}$	90,8	50,3	4204	794,2	179,7
6. $N_{120}P_{45}K_{120}$	120,0	65,6	5440	1026,9	243,6
7. $N_{120}P_{45}K_{120}$	130,5	71,3	5984	1279,1	253,4
8. $N_{120(60–0–60)}P_{45}K_{90}$	104,4	57,1	4723	919,9	195,6
9. $N_{120(60–60–0)}P_{45}K_{90}$	110,4	60,0	4949	976,7	212,0
10. $N_{120(40–40–40)}P_{45}K_{90}$	120,5	65,2	5476	1080,0	223,8
11. $N_{240}P_{45}K_{120}$	128,8	70,0	5908	1492,4	251,8
12. Навоз, 10 т/га	60,5	33,5	2768	467,2	112,5
13. Навоз, 20 т/га	69,2	38,2	3147	539,1	133,5
14. $N_{180}P_{45}K_{120}$	142,5	76,9	6452	1518,4	273,7
15. $N_{120}K_{90}$	94,6	51,7	4332	862,6	206,6
16. $N_{60}P_{45}K_{90}$	95,3	52,3	4344	822,4	202,1
17. $N_{120}P_{45}$	92,6	50,6	4232	837,2	192,0
18. $N_{120}P_{45}K_{90}$ +навоз, 10 т/га	117,8	64,5	5314	1074,2	249,6
19. $N_{120}P_{45}K_{90}$ +навоз, 20 т/га	123,2	67,3	5547	1130,8	269,6

Внесение навоза в дозах 10 и 20 т/га 1 раз в 4 года увеличило продуктивность пастбищ на 50 и 71 % (33,5 и 38,2 ГДж ОЭ), на 1 кг д. в.

дополнительно получено 33,8 и 23,5 корм. ед., а в расчете на 1 т навоза — 365 и 258 корм. ед. соответственно по дозам.

Сочетание ежегодной подкормки минеральными удобрениями в дозе $N_{120}P_{45}K_{90}$ с периодическим внесением навоза (комбинированная система удобрения) не сопровождалось повышением урожайности в сравнении с внесением только минеральных туков.

Продуктивность неудобренных сенокосов в среднем за последние 20 лет составила 30,3 ГДж ОЭ, 2372 корм. ед., 309 кг протеина и 97 кг жира с 1 га (табл. 3). Подкормка трав полным минеральным удобрением ($N_{60}P_{45}K_{90–120}$) обеспечила увеличение сбора ОЭ на 83–172 %. Максимальный сбор корма (82,3 ГДж ОЭ, 6497 корм. ед., 1189 кг протеина с 1 га) получен при подкормке травостоев из расчета $N_{180}P_{45}K_{120}$, на 1 кг д. в. удобрений дополнительно получено 12 корм. ед. и 2,6 кг протеина.

3. Продуктивность долголетнего сенокоса в среднем за 1993–2012 гг. (47–66-й годы), 20 лет

Удобрение (вариант опыта)	ВЭ	ОЭ	Корм. ед. с 1 га	Протеин	Жир
	ГДж с 1 га			кг с 1 га	
1. Без удобрений	56,6	30,3	2372	309,1	97,1
2. K_{90}	68,9	36,0	2729	423,8	123,4
3. P_{45}	63,0	34,3	2664	367,2	118,4
4. N_{120}	92,5	49,3	3936	728,8	184,2
5. $P_{45}K_{90}$	83,9	42,9	3238	530,4	159,6
6. $N_{120}P_{60}K_{120}$	125,9	65,3	5010	836,2	232,3
6. $N_{120}K_{120}$	113,3	59,6	4620	761,1	199,3
7. $N_{120}P_{45}K_{45}$	141,2	74,1	5814	940,4	276,4
8. $N_{60}P_{45}K_{90}$	107,0	55,5	4358	661,8	199,3
9. $N_{120}P_{30}K_{60}$	126,0	66,2	5190	886,8	240,5
9. $N_{120}P_{45}K_{90}$	133,1	68,1	5198	934,0	254,9
10. $N_{90}P_{45}K_{90}$	116,6	59,6	4514	812,0	224,1
10. $N_{90}K_{90}$	105,6	56,2	4419	701,7	185,7
11. $N_{120+60}P_{45}K_{90}$	151,7	77,5	5920	1155,6	301,5
11. $N_{120+60}P_{45}K_{120}$	156,6	82,3	6497	1189,4	293,8
12. Навоз, 10 т/га 1 раз в 4 года	80,3	42,8	3385	483,8	153,2
13. Навоз, 20 т/га 1 раз в 4 года	92,4	49,2	3877	574,4	184,2
14. $N_{90}P_{60}K_{120}$	125,2	65,8	5062	758,1	220,2
15. $N_{120}K_{90}$	112,1	58,9	4606	830,7	217,2
16. $N_{120}P_{45}K_{90}$	130,0	68,2	5352	874,9	240,6
17. $N_{120}P_{45}$	100,6	53,6	4220	842,6	200,8
18. $N_{90}P_{45}K_{90}$ +навоз 20 т/га 1 раз в 4 года	127,10	56,9	5015	831,1	255,5
19. $N_{90}P_{45}K_{90}$ +навоз 20 т/га 1 раз в 4 года	136,90	71,0	5402	931,3	275,8

Комбинированная система удобрения ($N_{90}P_{45}K_{90}$ + навоз 10 и 20 т/га 1 раз в 4 года) повысила продуктивность на 111 и 128 % в сравнении с неудобренными и на 11 и 20 % соответственно по дозам навоза в сравнении с минеральной ($N_{90}P_{45}K_{90}$).

Средообразующий потенциал луговых агрофитоценозов формировался благодаря дерновому процессу, проходящему в условиях сохранения дернины без перепашки в течение длительного времени, результатом которого является увеличение в почве органического вещества, гумуса, азота, ряда минеральных элементов [3–6].

Луговые травостои в условиях длительного использования без перезалужения сформировали довольно мощную корневую систему — 27,2–31,4 т сухого вещества на 1 га на пастбище и 17,7–22,8 — на сенокосе, в которых содержалось 359–611 кг азота и 454–524 ГДж ВЭ при пастбищном и 351–578 кг азота и 228–403 ГДЖ ВЭ при сенокосном. Полное минеральное удобрение и навоз увеличили в сравнении с неудобренными пастбищами корневую массу на 12–15 % и 7–9 %, содержание в ней азота на 12–70 % и 3–6 %, энергии на 10–15 % и 8–9 %, на сенокосе внесение $N_{60}P_{45}K_{90}$ на 18 % увеличило корневую массу и на 32 % — содержание в ней азота, на 18 % — энергонасыщенность в сравнении с неудобренным травостоем.

Длительное применение минеральных и органических удобрений привело к существенному изменению агрохимических показателей почвы. В почве неудобренных пастбищ произошло увеличение содержания гумуса до 2,67 % в слое 0–20 или с 45,7 до 60,1 т/га, ежегодный прирост составил, в среднем за 1947–2011 гг., 222 кг, азота — с 2700 до 2790 кг/га. При подкормке трав органическими удобрениями темпы накопления гумуса были выше: 479 кг/га при дозе 10 т/га и 488 кг/га при дозе 20 т/га. При внесении полного минерального удобрения темпы накопления гумуса были меньше: 288 кг при дозе $N_{120}P_{45}K_{90}$ и 419 кг/га при дозе $N_{180}P_{45}K_{120}$, что связано с более высокой степенью минерализации органического вещества, о чем свидетельствуют более высокие темпы ежегодного прироста общего азота: 21–25 кг/га против 15–18 кг/га при внесении навоза. Аналогичная закономерность отмечена и в содержании в почве общего азота. При исходном содержании общего азота 2700 кг/га, за период проведения опыта на неудобренных пастбищах количество азота достигло 2790 кг/га или ежегодно накапливалось 1,4 кг/га. При внесении навоза ежегодный прирост составил 14,5 кг при дозе 10 т/га и 18,0 кг при дозе 20 т/га, полного минерального удобрения — 17,3–25,3 кг. Сочетание минеральных туков в дозе $N_{120}P_{45}K_{90}$ с периодическим применением навоза в дозе 20 т/га ежегодно накапливалось 26,0 кг/га азота.

Существенные изменения в агрохимических показателях отмечены и при сенокосном использовании агрофитоценоза. На 66-й год (2012 г.) в слое почвы 0–20 см неудобренного сенокоса содержание гумуса возросло до 2,68 или с 45,7 т до 60,3 т/га, ежегодный прирост в среднем за 1947–2012 гг. составил 221 кг/га, азота — с 2700 до 3735 кг/га. При подкормке трав навозом в дозе 20 т/га темпы накопления гумуса были выше — 447 кг/га, минеральными удобрениями в дозе $N_{60}P_{45}K_{90}$ — 323 кг/га. Подобная закономерность отмечена и по содержанию азота, ежегодное накопление которого составило на неудобренном сенокосе 15,7 кг, при внесении навоза — 76,4 кг и $N_{60}P_{45}K_{90}$ — 43 кг/га.

Количество подвижного фосфора и обменного калия находилось в прямой зависимости от системы удобрения при подкормке трав. В слое почвы 0–20 см неудобренных пастбищ содержалось 34 мг/кг P_2O_5, или снизилось в сравнении с исходным на 26 мг, P_2O_5 — 80 мг, увеличилось на 10 мг/га. В вариантах K_{90} — 15,2 и 105,0 мг, P_{45} — 163,6 и 77,0 мг, N_{120} — 23,5 и 77,0, $N_{120}P_{45}K_{90}$ — 146,0 и 105,0 мг, $N_{120}P_{45}K_{120}$ — 117,0 и 115,0 мг/га соответственно по фосфору и калию.

Минеральные удобрения, как правило, повышали все виды кислотности, что было связано с их физиологической кислотностью, выносом кальция и магния с урожаем (147 кг $CaCO_3$ и 49 кг $MgCO_3$ в среднем за 1976–2012 гг.), а также с вымыванием в нижележащие слои почвы. Так, в 2001 г. (55-й год опыта) при подкормке трав удобрениями в дозе $N_{180}P_{45}K_{120}$ значение $pH_{сол.}$ составило 4,2; Нг — 6,91 и обменная кислотность — 6,91 и 0,58 мг.-экв. на 100 г, содержание алюминия — 100,5 мг/га в слое 0–20, на неудобренных пастбищах эти показатели были следующими: 4,7; 4,74; 0,07; 5,7. В связи с внесением доломитовой муки весной 2008 г. в дозе 4,5 т/га на $CaCO_3$ показатели кислотности почвенного раствора в конце вегетационного периода составили по $N_{180}P_{45}K_{120}$ и на неудобренных участках: $pH_{сол.}$ — 4,76 и 5,21; гидролитическая кислотность — 3,56 и 2,62 мг-экв./100 г, обменная — 0,28 и 0,18 мг-экв./100 г, содержание алюминия — 0,37 и 0,17 мг/кг.

Содержание подвижного фосфора на неудобренном сенокосе на 66-й год опыта (2012 г.) составило в слое 0–20 см 47 мг, обменного калия — 65 мг в 1 кг или снизилось соответственно по элементам в сравнении с исходным на 13 и 5 мг. При подкормке сенокоса фосфорными и калийными туками ($P_{45}K_{90}$) в почве содержалось 141 мг P_2O_5 и 115 мг K_2O в 1 кг или увеличилось в сравнении с исходным на 81 и 45 мг, в сравнении с неудобренными участками на 101 и 45 мг в 1 кг почвы. При использовании навоза в дозе 20 т/га один раз в 4 года обеспеченность почвы фосфором и калием в сравнении с исходным уменьшилось на 4 и 7 мг, в сравнении с неудобренным сенокосом увеличилась на 9 мг по

фосфору и снизилась на 12 мг по калию. Подкормка травостоев полным минеральным удобрением в дозе $N_{60}P_{45}K_{90}$ и $N_{120}P_{45}K_{90}$ сопровождалось увеличением в почве фосфора и калия, в дозе $N_{120}P_{45}K_{60}$ отмечено некоторое уменьшение содержания в почве калия. Как и при пастбищном использовании фитоценозов, минеральные удобрения повышали все формы кислотности (активную, обменную и гидролитическую). Так, в конце вегетационного периода в слое почвы 0–20 см неудобренного сенокоса значение $pH_{сол.}$ составило 4,70; Нг — 3,10, обменная кислотность — 0,29 мг-экв./100 г, при внесении $N_{60}P_{45}K_{90}$ эти показатели составили — $pH_{сол.}$ — 4,65; Нг — 3,96, обменная — 0,30 мг-экв./100 г, при использовании навоза — 5,14; 2,70 и 0,10.

По агрохимическим показателям был рассчитан энергетический потенциал почвенного плодородия в слое 0–20 см на конец вегетационного периода 2011 г. на пастбище и 2012 г. — на сенокосе [7].

За 65 лет пользования агрофитоценозом на пастбище отмечено увеличение плодородия почвы в энергетическом выражении с 616 (исходный показатель) до 730 ГДж без применения удобрений, до 941–971 ГДж при подкормке травостоев органическими удобрениями, 882–970 ГДж — полным минеральным удобрением и до 984–990 ГДж на 1 га при использовании комбинированной системы.

Заключение. Флористический состав и видовая насыщенность в условиях длительного пользования существенно изменились, как на пастбище, так и на сенокосе. Без применения удобрений в фитоценозе произрастали 27 видов при пастбищном и 31 вид при сенокосном использовании, при этом злаки были представлены восьмью и пятью видами, бобовые — тремя и четырьмя, из группы разнотравья — 16 и 22 вида. При внесении полного минерального удобрения количество видов было меньше — 15 на пастбище и 18 на сенокосе, в т. ч. из группы разнотравья по 8 видов. Из сеяных трав сохранились лисохвост луговой и мятлик луговой, клевер ползучий на пастбище, где не использовали азотные удобрения.

Продуктивность пастбища и сенокоса в значительной степени определялась уровнем обеспеченности трав элементами питания в основном за счет вносимых удобрений. Максимальный сбор корма на пастбище получен при ежегодной подкормке травостоев минеральными удобрениями в дозе $N_{180}P_{45}K_{120}$ (по 60 кг под цикл) и составил за последние 37 лет 6452 корм. ед., 1518 кг с 1 га протеина; на сенокосе за последние 20 лет по $N_{180}P_{45}K_{120}$ (азот 120 кг под первый и 60 под второй укос) 6397 корм. ед., 1189 кг протеина с 1 га.

Благодаря дерновому процессу, развитию луговых трав в течение 66 лет без перепашки в почве увеличилось содержание органического вещества, в ряде случаев отдельных минеральных элементов, сущест-

венно возрос энергетический потенциал почвенного плодородия из-за увеличения содержания в почве, в основном, гумуса и азота, минерализация отмирающей корневой массы луговых трав.

Под влиянием длительного применения удобрений существенно изменились агрохимические показатели почвы. Использование минеральных туков при подкормке трав сопровождалось увеличением всех форм кислотности — активной, обменной и гидролитической, а также концентрации алюминия.

Литература

1. Трофимова Л. С., Кулаков В. А., Новиков С. А. Продуктивный и средообразующий потенциал луговых агрофитоценозов и пути его повышения. – Кормопроизводство. – № 9, 2008. – С. 17–19.
2. Трофимова Л. С., Кулаков В. А. Управление травянистыми экосистемами из многолетних трав // Вестник РАСХН. – 2012. – № 4. – С. 67–69.
3. Дмитриев А. М., В. Р. Вильямс — основоположник луговедения и научного луговодства // Академик В. Р. Вильямс — 50 лет научной, педагогической и общественной деятельности. Юбилейный сборник. 1884–1934. – М.–Л. : ОГИЗ-сельхозгиз, 1935. – С. 155–175.
4. Буш А. Я. В. Р. Вильямс как революционер в почвоведении и земледелии // Академик В. Р. Вильямс — 50 лет научной, педагогической и общественной деятельности. Юбилейный сборник. 1884–1934. – М.–Л. : ОГИЗ-сельхозгиз, 1935. – С. 106–140.
5. Кулаков В. А., Леонидова Т. В., Седова Е.Г. Влияние удобрений на продуктивность пастбищных агрофитоценозов длительного пользования и плодородие дерново-подзолистой суглинистой почвы // Агрохимия. – 2012. – № 1. – С. 42–49.
6. Тебердиев Д. М., Кулаков В. А., Родионова А. В. Флористический состав и урожайность сенокосов и пастбищ в условиях длительного использования в зависимости от системы удобрения // Сб. науч. тр. Ульяновского НИИСХ. – Ульяновск, 2012. – Т. 2. – С. 494–501.
7. Кутузова А. А., Трофимова Л. С., Проворная Е. Е. Методическое руководство по оценке потоков энергии в луговых агроэкосистемах. – М., 2007. – 37 с.

V. A. Kulakov, D. M. Teberdiev, A. V. Rodionova

66 years experiments with fertilizers of pastures and hayfields in All-Russian scientific research institute of forages in the name of V. R. Williams

In long-term experiments (1947–2012) tested the scientific hypothesis V. R. Williams about the leading role of turfgrass process in the meadows, which determines the phase of vegetation and the duration of use of meadow herbs. We studied the influence of different levels of mineral and organic fertilizers on the productivity of pastures and hayfields, change the floristic composition of plant communities and agrochemical indicators sod-podzolic loam soil. The influence of the investigated systems fertilizers on environment-forming potential meadow agrophytocenoses.

Keywords: *productivity, pastures, hayfields, floristic composition, agrophytocenoses, fertilizers, agrochemical indexes of soil*

УДК 631.95:581.5

ЭКОЛОГО-ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ПОСТБОЛОТНЫХ ЛЕСО-ЛУГОВЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ

А. Н. Уланов, доктор сельскохозяйственных наук

ФГУП Кировская лугоболотная опытная станция Россельхозакадемии, п. Юбилейный Оричевского р-на Кировской области, Россия, bolotoagro50@mail.ru

Представлена принципиально новая система эколого-хозяйственной оценки общей биологической продуктивности постболотных лесо-луговых агроландшафтов функционирующих по окончанию промышленной торфодобычи.
Ключевые слова: *выработанные торфяники, биологическая продуктивность, лесо-луговые агроландшафты, комплексное использование*

Болотные экосистемы являются неотъемлемой частью экологического каркаса лесо-луговых агроландшафтов севера и востока Росси, обеспечивающей их устойчивость к воздействию климата и негативных процессов [1–5].

Введение. Северо-восточная часть Европейской территории России, в частности Кировская область, находится в зоне интенсивного торфонакопления. Общая площадь торфяных болот — около 500 тыс. га, что составляет более 4 % от всей территории области.

Начиная с 30-х годов прошлого столетия, торфяной фонд области активно осваивается торфодобывающими организациями. В отдельные годы добывалось до 5–7 млн. т. торфяного сырья. Приостановившаяся в 90-х годах торфодобыча в настоящее время вновь набирает прежние обороты. Здесь сейчас добывается около 40 % от всего объема добычи торфа в России. Таким образом, частично или полностью нарушены все крупные болотные экосистемы области [6, 7].

В 70–80-х годах в районах интенсивной торфодобычи области существовали программы вторичного использования выработанных земель и, прежде всего, под кормопроизводство и лесное хозяйство. В настоящее время производственный интерес землепользователей к выработанным торфяникам значительно снизился. Причина несколько. Одна из них — отсутствие необходимого количества удобрения, требуемого для поддержания продуктивного долголетия кормовых культур в условиях выработок. Следующая, не менее серьезная, причина — огромные затраты на поддержание в исправном состоянии мелиоративной системы двустороннего регулирования водного режима. Эту ситуацию существенным образом усложняют стремительно распространяющиеся популяции бобров. Из активного сельскохозяйственного и лесохозяйст-

венного использования в результате затопления ежегодно выбывают весьма приличные территории кормовых полей и лесопосадок.

Участившиеся торфяные пожары в центрально-европейской части России на бесхозных выработанных землях вновь обратили на себя внимание местных органов власти и природоохранных организаций.

Во избежание загораний предлагаются различные приемы, включая и самые кардинальные, взаимоисключающие друг друга: от создания ягодных и лесных угодий до полного затопления выработанных территорий.

Современное, цивилизованное природопользование предполагает на нарушенных в результате добычи полезных ископаемых географических ландшафтах целенаправленное конструирование агроландшафтов принципиально нового качественно-количественного обличия, где не только восстанавливаются, но и многократно преумножаются созидательные функции природных геохимических, газорегулирующих и прочих биосферных процессов.

Условия, методы проведения исследований. На примере нескольких частично или полностью выработанных торфяных месторождений Кировской области предлагается схема направленного формирования на них лесо-луговых ландшафтов. Данная конструкция максимально учитывает производственные интересы всех основных природопользователей. Соблюдается главный принцип: гармоничное сочетание различных видов хозяйственной деятельности в границах одного ландшафта. Это значительно увеличивает биологическую продуктивность с единицы площади агрокультурного ландшафта.

Из всего болотного фонда области торфомассив «Гадовское» был освоен ранее всех. Первый проект осушения болот составлен еще в 1852–1854 гг. инженером-гидротехником Менандером. Необходимо подчеркнуть, что происходило это задолго до знаменитых западных экспедиций И. И. Жилинского, организованных им в 1873–1898 гг. Активная фаза освоения болота началась в июле–сентябре 1917 г. когда специалистом по культуре болот Э. Ц. Кнаппе было проведено детальное обследование и составлен рекогносцировочный план первой очереди освоения болота.

Общая площадь болота «Гадовское» в нулевых границах более 3 тыс. га. Юго-восточный участок площадью в 500 га, где не производилась добыча торфа с начала освоения, интенсивно используется в качестве опытного поля, долголетних культурных пастбищ и в кормовом севообороте. Остальная, большая часть торфомассива в 40-60 годах прошлого столетия была выработана послойно-фрезерным способом.

Почвенно-мелиоративная, морфологическая и геоботаническая характеристика болотного массива «Гадовское» до освоения.

Массив расположен на левой надпойменной террасе р. Быстрица в 25 км от впадения этой реки в р. Вятка. Ширина массива — от 1,5 до 4,8 км, длина — до 12 км. Терраса приподнята по отношению к уровню поймы на 6–10 м и залегает на среднезернистых кварцевых моренных песках мощностью 1,5–18 м. Четвертичные образования, в свою очередь, подстилаются верхнепермскими красно-коричневыми карбонатными глинами и суглинками татарского яруса. На этих породах и был образован торфомассив «Гадовский». Характерной особенностью его является отсутствие минеральных грив и островов, которые только изредка по окрайкам выклиниваются в виде небольших плоских песчаных линз. Максимальная мощность торфяной залежи достигала 5,2 м. Средняя мощность центральной части болота составляла 2–4 м, по окрайкам — от 1 до 2 м.

Состав торфа самой верхней части залежи в основном был древесного происхождения с преобладанием сосны и березы, по окрайкам болота — ольхи. Флористический состав болота был довольно однообразным по всей площади.

Большую часть площади массива занимали группировки с преобладанием сосны (болотные разновидности) обыкновенной. Они имели вид сравнительно густого и высокого леса с 40–60%-ным покрытием. Береза встречалась как в рассеянном виде в сосновом древостое, так и в виде смешанных березово-сосновых или сосново-березовых растительных группировок с проективным покрытием 20–40 %. Ель с явными признаками угнетения встречалась лишь в виде рассеянных единичных экземпляров.

Кустарнички были представлены кассандрой, багульником, брусникой и клюквой. По кочкам или в рассеянном виде они встречались во всех лесных фитоценозах. Из лесного и лесоболотного разнотравья наибольшее распространение имели костяника и грушанка круглолистная. Из злакового разнотравья единичное распространение имели полевица собачья и овсяница красная. Из осок чаще встречались осока дернистая, осока глетчерная, осока нитевидная. Болотное разнотравье единично или рассеяно было представлено хвощем топяным, скердой болотной, вахтой, сабельником, белокрыльником, калужницей, подмаренником.

Максимальным проективным покрытием (до 90 %) отличались зеленые и белые мхи. Из гипновых мхов преобладали: *Hylocomium proliferum, Pleurozium schreberi* и *Rhytidiadelphus triquetrus*. Из сфагновых мхов встречались главным образом *Sphagnum Warnstorfu* [8].

Результаты исследований. В результате осушения, сельскохозяйственного освоения и промышленной торфодобычи вся эта болотная «идиллия» была уничтожена. На большей части болота образовался техногенный ландшафт с остатками торфяной залежи. Обследование

торфомассива, проводимое сразу по окончании торфодобычи, показало следующую структуру запасов торфа: 20–25 % площадей можно отнести к торфяным остаточным (Ат > 50 см), 45–50 % — к торфяно- и торфянисто-глеевым (Ат = 0–50 см) и около 30 % — к выработанным полностью, то есть до подстилающей породы. Остаточный слой залежи, в основном, представлен древесно-осоковыми и осоковыми разновидностями. Линейные размеры варьируют от 0 до 1,5 м. Направленное формирование болотного агроландшафта с последующей организацией комплексного использования всего болота начинается, как правило, с почвенно-мелиоративного и агрохимического обследования.

Определяющими параметрами при планировании дальнейшего использования нарушенного болота являются мощность остаточного торфа, его зольность, объемная масса, ботанический состав, а также состояние водного режима, в частности, глубина залегании грунтовых вод (УГВ).

Сельскохозяйственное использование. Для этой цели, прежде всего, отводятся хорошо осушенные (УГВ — 90–120 см) и оторфованные участки (Ат > 30–50 см). Предпочтение отдается древесно-травянистой и травянистой группам торфа. Основная земледельческая и экологическая задача: при получении высокорентабельного урожая кормовых культур максимально сохранить органическое вещество остатков торфяной залежи. В условиях торфяных почв эти две подзадачи на первый взгляд несопоставимы по своим окончательным намерениям. Совершенно очевидно, что увеличивая энергетический и агротехнический пресс на органическую почву с целью повышения ее продуктивности, мы одновременно способствуем разрушению ее азотно-углеродного ресурса. В. И. Белковский, А. П. Лихацевич, А. С. Мееровский и др. (2002) по этому поводу считают, что теоретически поддержание бездефицитного баланса ОВ на торфяниках возможно, но лишь в том случае, если минимум 80 % формирующего урожая возвращать почве, что экономически бессмысленно.

Тактика практического земледелия на этих объектах строится следующим образом. Процесс деградации осушенной торфяной залежи неотвратим, неизбежен и необратим при любом хозяйственно оправданном режиме использования. Для увеличения срока эксплуатации торфяного месторождения в качестве почвы, прежде всего, необходимы агроприемы снижающие окислительно-разрушающие реакции ОВ торфа. Ведущая роль здесь отводится многолетним бобовым и злаковым травам. Почвозащитное и средообразующее значение этих культур на органогенных почвах было доказано многими поколениями российских и зарубежных ученых [7, 9].

В условиях южной тайги северо-востока европейской части России наиболее устойчивыми и продуктивными являются кострец безостый, тимофеевка луговая, овсяница красная и луговая, райграс пастбищный, мятлик луговой, клевер ползучий, клевер луговой, козлятник восточный. При организации полноценного зеленого и сырьевого конвейеров для приготовления силоса и других специальных кормов, хозяйство, использующее торфомассив «Гадовское» в качестве кормовых угодий, вынуждено кроме многолетних трав возделывать и однолетние. В свое время была изучена возможность размещения на этих объектах более 100 различных видов и сортов однолетних культур. Установлено, что крайне жесткий тепловой и неотрегулированный пищевой режим выработанных и торфяных почв не позволяет эффективно возделывать подавляющее большинство из этих культур. Поэтому для широкого внедрения было предложено всего 10–15 наиболее устойчивых культур. Среди них: овес, ячмень, райграс однолетний, горох, вика, рапс яровой, сурепица, редька масличная, суданка, просо.

Все перечисленные многолетние и однолетние культуры возделываются как в чистом виде, так и в составе 3–5-компонентных травосмесей. Разработаны кормовые почвозащитные севообороты, где доля многолетних трав составляет 60–70 % от всей структуры севооборота. Лишь в этом случае многолетние травы выполняют свою средообразующую функцию. Пропашные и прочие культуры интенсивной агротехники исключаются полностью, особенно на выработанных торфяниках. Многолетний опыт Кировской ЛОС показывает, что особая хозяйственно-экологическая роль в организации мелиоративного земледелия отводится луговой монокультуре, используемой в укосном или пастбищном режиме. При условии регулярного и сбалансированного минерального питания, надлежащего ухода луговая экосистема может эффективно функционировать многие десятилетия без признаков вырождения. Такие участки должны составлять основу экологического каркаса всей производственной территории болотного агроландшафта.

Учитывая высокую способность осваиваемой торфяной залежи к самоутилизации, а так же ограниченные запасы остаточного торфа на выработанной ее части и легкий гранулометрический состав подстилающей породы при регулировании пищевого режима особая роль отводится органическим и сидеральным удобрениям. Они должны доминировать [11].

При оценке эффективности сельскохозяйственного использования обычно приводят различные экономические показатели: окупаемость затрат, рентабельность, себестоимость и пр. В нашем случае достаточно иметь стоимость общей (валовой) сельскохозяйственной продукции с единицы площадей. В денежном выражении стоимость всего произве-

денного товара в среднем за последние три года (2010–2012 гг.) составила на торфомассиве «Гадовское» 37 тыс. руб. с 1 га сельскохозяйственных угодий в год.

Лесохозяйственное использование. Под вторичное лесовосстановление больше других подходят торфянисто-глеевые, а еще лучше полностью сработанные участки. Они также должны быть хорошо осушены (УГВ не выше 80–100 см). Опыт залесения выработанных торфяников в Московской, Ярославской, Брянской, Нижегородской, Тверской, Кировской и других областях достаточно большой.

Предпринимались попытки культивировать в организованном порядке тополь бальзамический и канадский, вяз обыкновенный, кедр, лиственницу, дуб, березу, ольху черную, сосну, ель, смородину черную, малину лесную и др. [10].

Лучшие результаты были получены при посадках ели и сосны обыкновенной. Многолетние наблюдения, проводимые учеными станции, это подтверждают. Для того чтобы древесные культуры эффективнее осуществляли свои средообразующие функции предлагается следующее оформление лесопосадок. Сплошные участки лесопосадок площадью 5–100 га, размещенные по территории в квадратно-мозаичном порядке, соседствуют с лесными полосами, высаженными вдоль каналов-осушителей. Ширина лесополос — 5–10 м, расположение — под углом 30–40º к господствующему направлению ветров. Конструкция ажурно-полупродуваемая.

Установлено, что лесополосы способствуют формированию более благоприятного микроклимата приземного слоя воздуха, снижают появление адвективных заморозков, положительно влияют на режим снегоразмещения. Кроме того, присутствие лесных насаждений способствует активному заселению свежевыработанной почвы микроорганизмами, насекомыми, грызунами, то есть процесс окультуривания почвы под луговой культурой вблизи древесно-кустарниковой растительности значительно ускоряется.

В качестве основной культуры при создании сплошных участков леса была выбрана сосна обыкновенная. После 10–15 лет в древостой сосны начинают внедряться местные лиственные культуры: береза, осина, ива, рябина, крушина и др.

В итоге 50–60-летний хвойно-лиственный древостой, имея уже четко оформленную многоярусность (древесные культуры, кустарники, лесное ягодно-лекарственное разнообразие, мхи, лишайники и пр.), по продуктивности не уступает коренным девственным массивам, сохранившимся по окрайкам выработанного болота. Запас древесины, особенно там, где доминирует сосна, достигает 600–800 м^3/га. Эти участки

активно посещаются местными жителями для сбора грибов, ягод, охоты на боровую дичь.

Общая длина лесных полос на торфомассиве «Гадовское» приближается к 120 км. Суммарная площадь всех лесопосадок вместе с лесополосами составляет 450 га. Стоимость всей лесной продукции в ценах последних трех лет с этой территории — около 13,5 млн. руб.

Здесь уместно отметить экологическую и почвозащитную роль древесной культуры. Многолетняя хвойно-лиственная подстилка довольно тщательно и надежно консервирует оставшиеся запасы торфа на выработанных торфяниках. Обследование показывает, что в течение всего времени существования древостоя почвенный покров по физическим параметрам практически не изменился. Такую стабильность для баланса органического вещества не всегда может обеспечить даже луговая монокультура [11].

В структуре любого рекультивируемого выработанного торфяного болота имеются участки, где по целому ряду причин не имеется технической и финансовой возможности регулировать необходимый для кормовых и древесных культур водный режим. Такие участки мы исключаем из общего землепользования и предлагаем на них путем дополнительного обводнения, ручной подсадки болотных растений-торфообразователей создавать условия для восстановления болотной экосистемы. Здесь главная задача: восстановить и ускорить болото и торфообразовательные и торфонакопительные функции этого природного объекта. Размеры таких участков могут отличаться в зависимости от особенностей торфомассива. Так, на торфомассиве «Пищальское» он больше 1500 га, на «Зенгинском» — около 800 га, на торфомассиве «Гадовское» — всего 30 га.

Таким образом, идет направленное формирование лесолугового постболотного агроландшафта, где кормовые поля с доминированием многолетних трав в определенной последовательности чередуются с участками искусственного леса, лесополосами и заболачивающимися участками, выведенными по этой причине из пашни.

Образуется искусственный производственно-мелиоративный агроландшафт с достаточно прочным экологическим каркасом. На торфомассиве «Гадовское» его структура следующая. Доля кормовых угодий составляет 65 % (где 70 % — луг), доля леса – 30 %, открытых каналов, пожарных водоемов вместе с переувлажненными участками — 5 %. То есть по своей структуре вновь созданный агроландшафт почти не отличается от естественных пойменных и опольных агроландшафтов Нечерноземной лесной зоны РФ.

Охотхозяйственное использование. Концепция комплексного использования выработанных земель не ограничивается исключительно

обустройством лесолуговой ландшафтной мозаики, кроме прочего она предусматривает возвращение в качественно новую среду обитания охотничье-промысловой фауны. Многолетние наблюдения ученых станции за процессами межландшафтной миграции птиц и животных свидетельствуют, что для подавляющего большинства лесной и болотной фауны такое сочетание сети открытых каналов-осушителей (по одну сторону которых размещаются лесополосы) пожарных водоемов, участков вторичного заболачивания, кормовых полей и залесенных территорий является идеальным местом для кормления, отдыха и осуществления воспроизводственных функций животных.

В настоящее время популярно мнение о том, что интенсивное сельское и лесное хозяйство нередко входят с животным миром в серьезные противоречия. Известная доля правды здесь, несомненно, есть, однако эту «конфликтную ситуацию» вполне можно свести к минимуму, если применять экологически чистые технологии возделывания культур, отводить в лесных и сельскохозяйственных угодьях зоны покоя и воспроизводства, регулярно организовывать кормовую базу, то есть максимально учитывать интересы и биологические особенности животных. При таком подходе, несмотря на высокий фактор беспокойства, численность только основных промысловых птиц и животных на этой территории на достаточно высоком уровне (более 27 видов). Кроме эстетически-промысловых функций многие представители фауны, например, ондатра, обитающая в осушительно-увлажнительных каналах, могут играть роль индикаторов различных изменений в агроландшафте и биогеоценозе в целом. По изменению численности, своему физиологическому состоянию эти и другие биологические «контролеры» позволяют оперативно судить об экологической чистоте технологий в земледелии и лесоводстве, о благополучии почвенных процессов.

Охотничье-промысловая продукция, как известно, также имеет определенную стоимость. Примерная ее величина со всей территории торфомассива «Гадовское» составляет 300 тыс. руб.

В заключение необходимо отметить, что, если к сельскохозяйственной, лесосечной и охотничье-промысловой продукции добавить еще и сбор ценных лекарственных растений (череда, дягиль, сабельник, валериана) и ягодных культур (малина, земляника, костяника, рябина, черемуха), то общая биологическая продуктивность рекультивируемых постболотных лесолуговых агроландшафтов может увеличиться в 1,5–2,0 раза.

Литература

1. Агроландшафтно-экологическое районирование и адаптивная интенсификация кормопроизводства Поволжья Теория и практика / В. М. Косолапов, И. А. Трофимов, Л. С. Трофимова, Е. П. Яковлева, И. В. Савченко, А. А. Зотов, Д. М. Те-

бердиев, З. Ш. Шамсутдинов, А. В. Шевцов, Е. В. Клименко, И. Ф. Медведев, В. В. Гусев, М. Ш. Тагиров, Ф. С. Гибадуллина, О. Л. Шайтанов, Ф. Х. Хабибуллин, Н. З. Шамсутдинов, Н. Л. Цаган-Манджиев, В. А. Парамонов, М. Л. Опарин и др. – Москва – Киров: Дом печати – ВЯТКА, 2009. – 751.
2. Агроландшафты Поволжья. Районирование и управление / В. М. Косолапов, И. А. Трофимов, Л. С. Трофимова, Е. П. Яковлева. – Москва – Киров: Дом печати – ВЯТКА, 2010. – 336 с.
3. Косолапов В. М., Зотов А. А., Уланов А. Н. Кормопроизводство на торфяных почвах России. – Москва – Киров: Дом печати – ВЯТКА, 2009. – 858 с.
4. Косолапов В. М., Трофимов И. А., Трофимова Л. С., Яковлева Е. П. Средообразование и кормопроизводство // Адаптивное кормопроизводство. – 2012. – № 3. – С. 16–19. [Электронный ресурс], ГНУ ВИК Россельхозакадемии, http://www.adaptagro.ru.
5. Косолапов В. М., Трофимов И. А. Мелиорация — важный фактор развития кормопроизводства // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 1. – С. 43–45.
6. Белковский В. И., Лихацевич А. П., Мееровский А. С. и др. Использование и охрана торфяных комплексов в Белоруссии и Польше. – Минск, 2002. – 280 с.
7. Дмитриева О. М. Возделывание сельскохозяйственных культур на выработанных торфяниках. – Л. : Знание, 1972. – 16 с.
8. Летковский С. Т. Луговодство и агротехника зерновых культур на торфяниках. Вып. 1. –Киров. – 72 с.
9. Леуто И. Э., Бойко А. Т. Многолетние травы на выработанных торфяных месторождениях. – Минск : Урожай, 1979. – 80 с.
10. Тимофеев А. Ф., Леснов П. А. Лесохозяйственное освоение земель после торфоразработок. – М., 1967. – 74 с.
11. Уланов А. Н. Торфяные и выработанные почвы южной тайги евро-северо-востока России. – Киров, 2005. – 320 с.

A. N. Ulanov

Ecological-economic estimation of the postbolotnyh forest-meadow agrolandscapes

Presented a radically new system of environmental- economic evaluation of the overall biological productivity postbolotnyh forest-meadow - functioning agricultural landscapes at the end of the industrial peat extraction.
Keywords: *exhausted peat bogs, biological productivity, forest-meadow agricultural landscapes, the integrated use*

УДК 631.615

ВОССТАНОВЛЕНИЕ БОЛОТООБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ НА ОТРАБОТАННЫХ ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

А. Н. Уланов, доктор сельскохозяйственных наук
Е. Л. Журавлева, кандидат сельскохозяйственных наук
Х. Х. Шельменкина, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГУП Кировская лугоболотная опытная станция Россельхозакадемии,
п. Юбилейный Оричевского р-на Кировской области, Россия, bolotoagro50@mail.ru

Приведены результаты 20-летних исследований по регенерации нарушенных болотных экосистем. Выявлены факторы, влияющие на процессы естественного зарастания низинного выработанного торфяника.
Ключевые слова: *болотные экосистемы, уровень грунтовых вод, естественное зарастание, минеральные удобрения, мощность остаточного слоя торфа*

Важнейшими принципами рационального природопользования являются экологическая устойчивость биосферы, здоровье человека, экономное использование природных ресурсов, восполнение израсходованных природных ресурсов, преимущественное использование возобновляемых природных ресурсов, повторное использование отработанных ресурсов [1–5].

В процессе осушения и разработки торфяных месторождений нарушается принцип извлечения максимальной полезности при минимальном нарушении его природной составляющей. При этом изменяется водный режим не только самого торфяника, но и прилегающих территорий, формируется новый природно-техногенный комплекс в виде выработанного торфяника, природной составляющей которого является измененная болотная биогеоценотическая система [6].

Технология дальнейшего использования выработанных торфяников при соответствии принципу рационального природопользования должна обеспечивать восстановление болото- и торфообразовательных процессов.

Разработка и унификация методов исследования биогеоценотических процессов, в результате которых происходит возникновение, формирование и эволюционное развитие всех компонентов регенерационных биогеоценозов, слагающих техногенные ландшафты, начата недавно и далека от завершения.

Последовательные сукцессии растений и микроорганизмов на разработанных отвалах добывающей промышленности описаны мало и касаются угольных, силикатных, пиритных пород, для торфяных — их нет. Выработанным торфяникам в общей теории рекультивации техногеннонарушенных ландшафтов уделяется незаслуженно малое место. Определяющим фактором в формировании растительного покрова на выработанном торфянике являлся режим увлажнения и степень выработки самой залежи и подстилающей ее породы.

Следует отметить, что после послойно-фрезерной торфодобычи оставались большие площади выработанных торфяников для самовосстановления в связи с тем, что не было технической возможности и хозяйственной необходимости отрегулировать водный режим.

Известно, что формирование биогеоценозов — процесс длительный и сложный, поэтому особенно важно проведение стационарных, многолетних исследований с участием представителей разных научных

дисциплин (биологических, почвоведческих, геологических и климатологических) с целью разработки эколого-технологических принципов восстановления болото- и торфообразовательных функций нарушенных болотных экосистем южной тайги евро-северо-востока России.

Методика исследований. В качестве главного объекта наблюдений служит выработанный фрезерным способом участок торфомассива «Гадовский» площадью 30 га, выведенный из сельскохозяйственных угодий по причине мелиоративной неустроенности. Торфодобыча закончена в 1965 году. Величина оставшегося торфа составляла 0,7–1,5 м. Ботанический состав торфа — древесно-тростниково-осоковый, степень разложения — 20–30 %; зольность — 5–7 %, полная влагоемкость — 600–800 % на сухую навеску, объемная масса — 0,120–0,160 г/см^3. Более 20 лет в рамках трех полевых опытов здесь проводятся микробиологические, почвенно-агрохимические и геоботанические исследования [7].

Большая площадь стационара использовалась как местообитание животного и пернатого населения, часть участков — для создания сенокосов, значительная территория в настоящее время подвергнута вторичному заболачиванию.

Результаты исследований. Исследованиями Э. А. Штиной установлено, что пионером естественного зарастания выработанного торфяника было поселение почвенных водорослей. Развитие альгоценозов на техногенно-нарушенных почвах начиналось зелеными водорослями, заносимыми с пылью, и проходило этапы аэрофона, эпилитофона и примитивного эдафона. Несмотря на высокую интенсивность заноса, колонизация выработанного торфяника протекала медленно, в торфе неосвоенного участка даже через 12 лет после выработки существовало сообщество водорослей с чертами примитивного эдафона [8].

По данным И. Г. Широких и А. А. Широких, неосвоенные выработанные торфяники через 20 лет после торфодобычи в условиях естественного зарастания обладали такой же общей биомассой микроорганизмов в корнеобитаемом слое, как и невыработанные почвы. Запас микроорганизмов в торфяниках превышал их биомассу в плодородных черноземных почвах. Доминантами в альгоценозе являлись зеленые водоросли, встречались желто-зеленые, сине-зеленые, диатомовые и другие отделы [9].

Комплекс микроорганизмов во вновь формирующемся биогеоценозе распределялся по следующим ярусам: надпочвенном, представленным высшими растениями, напочвенном — пленкой водорослей, почвенном — ризосферной почвой. Наибольшая численность и разнообразие микроорганизмов обнаруживались в ризосфере, напочвенных разрастаниях водорослей и фитомассе мхов.

Свежевыработанный среднемощный торфяник, оставленный в условиях естественного зарастания, характеризовался слабой биологической активностью и низкой численностью микроорганизмов. Заселение верхнего горизонта низшими и высшими растениями с прилегающих территорий способствовало возрастанию численности гетеротрофных микроорганизмов, накоплению в торфе различных ферментов и, как следствие, повышению биологической активности верхнего слоя почвы. При этом формировался микробиологический профиль, свойственный невыработанному целинному торфянику.

Многие авторы отмечают, что проявление всех биогеоценотических процессов, их интенсивность значительно более динамичны, нежели в рядом лежащих стабильных биогеоценозах. Процесс естественного восстановления болотной растительности на выработанных торфяниках начинается примерно через 10–20 лет, а сфагнового покрова, в ряде случаев, лишь через 50 лет после прекращения торфодобычи [10].

Дифференциация профиля выработанного торфяника выражена слабо, и для диагностики элементарных процессов почвообразования приходилось пользоваться микробиологическими методами, начатыми с изучения микроскопических почвенных водорослей.

Формирование растительных ассоциаций при самозарастании выработанных торфяников происходило как последовательная сукцессия видов фенотипических групп от водорослей и фотосинтезирующих бактерий до высших растений.

Естественное зарастание — процесс медленный и даже болотные растения не поселялись после добычи торфа в течение многих лет. Зарастание высшими растениями начиналось с появления слаборазвитых берез пушистых с корневой системой, располагающейся в верхнем двухсантиметровом слое, мелколистных, темноокрашенных. Затем появлялись ивы, растения из семейства злаковых и осоковых. Поскольку оставшийся слой торфа практически не обладал эффективным плодородием, а водный режим подвержен большим колебаниям, то корневая система растений слаба, и часть их ежегодно погибала. Это особенно заметно в засушливый период — мятлик болотный отмирал целыми клонами, гибли маленькие березы, мелкие ивы [11].

Геоботаническое описание на торфяном массиве при его естественном зарастании показало, что процесс формирования растительного покрова и виды растений на выработанных торфяниках в определяющей степени зависели от уровня влажности.

Полное описание древесно-кустарниково-травянистой растительности на площадках наблюдения неосвоенного выработанного торфяника проводилось через каждые 5 лет. При повышенном увлажнении (УГВ — 0–30 см) в первую очередь поселялись влаголюбивые (болот-

ные) растения — мятлик болотный, осоки, в основном пухонос альпийский, береза, ива, мхи, главным образом маршанция обыкновенная, из растений-субэдификаторов — осот болотный, череда трехраздельная, канареечник тростниковидный, костяника, крушина ломкая, малина обыкновенная, ель. Общее состояние растений угнетенное, о чем свидетельствовал и размер листьев, и их окраска, недоразвитость соцветий, отмершие растения.

Геоботанический состав растительности в среднем за 25 лет наблюдений при повышенной степени увлажнения (УГВ — 0–30 см) представлен в рисунке 1.

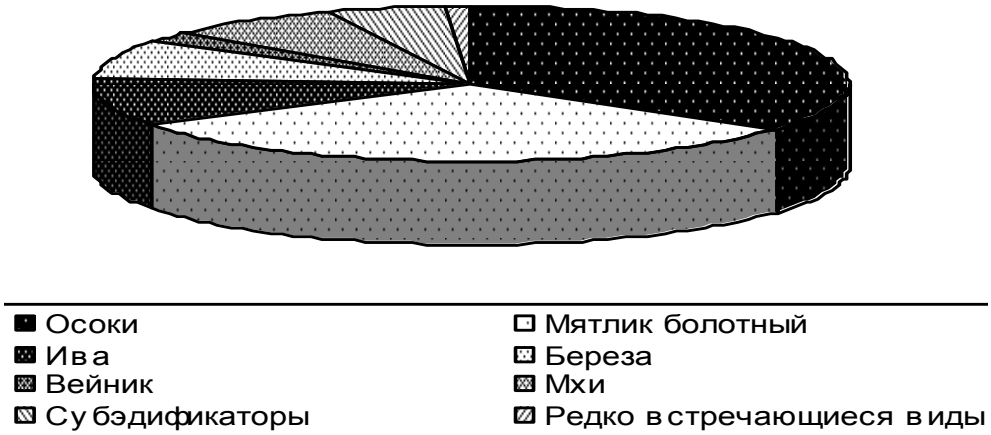


Рис. 1. Геоботанический состав растительности при повышенной степени увлажнения (УГВ — 0–30 см)

При умеренном увлажнении (УГВ — 60–80 см) в 1987 г. растительность была представлена лишь пятью видами, через 25 лет — 22 видами. Проективное покрытие составляло 90 % (в среднем за 25 лет, рис. 2). В растительном покрове преобладали осоки, мхи, в основном кукушкин лен и плауны. В 2007 г. погибли все березы, ивы, рябина. Сосна и ель сохранились, но прироста их не отмечено.

Реальные условия для восстановительных процессов биогенных элементов с переменной валентностью (азот, железо, марганец и др.) и положительного баланса органического вещества создаются при умеренно-застойном водном режиме, когда грунтовые воды в течение всего года стоят до уровня 10–40 см над поверхностью [12].

При режиме постоянного затопления основными растениями-эдификаторами являются различные виды осок, вейник тростниковидный, рогоз широколиственный, субэдификаторами — хвощ топяной, сабельник болотный, ивы, редко встречались кипрей болотный, череда трехраздельная, мхи.

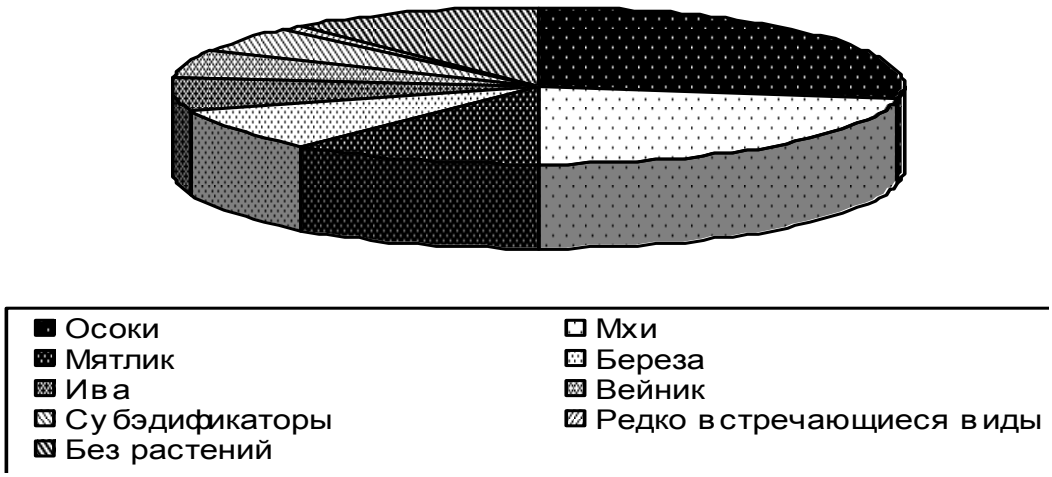


Рис. 2. Геоботанический состав растительности при умеренной степени увлажнения (УГВ — 60–80 см)

Химический состав растений-торфообразователей характеризуется значительным содержанием сырой клетчатки и невысокой минеральных элементов (табл. 1).

1. Химический состав растений торфообразователей (% СВ)

Вид трав	Сырая зола	Сырая клетчатка	Сырой жир	Сырой протеин	БЭВ	N общий	P	K	Ca
Вейник тростниковидный	1,51	42,8	1,18	5,9	48,6	0,94	0,14	0,12	0,08
Осоки	3,74	31,3	2,47	7,0	55,5	1,12	0,13	0,56	0,73
Рогоз широколиственный	5,72	36,6	1,35	4,9	51,4	0,78	0,14	0,94	1,28
Сабельник болотный	2,90	33,1	1,52	8,0	54,5	1,29	0,12	0,40	0,74

Основной опад обеспечивают: осоки (20–22), рогоз (70–150), вейник (75–130 ц/га сухого вещества). Однако от этого опада ежегодно в виде полуразложившейся массы под водой остается не более 20–30 %. В среднем ежегодно откладывалось 0,5–1,0 мм органогенной массы, что значительно ниже по сравнению с целинным болотом. Естественно, что торфом эта масса пока называться не может.

При более существенном постоянном затоплении (40–70 см) поверхности остаточной залежи процесс зарастания кустарниково-болотной растительностью существенно подавлен, однако большая

часть (60–70 %) опада здесь сохранялась. Кроме того, именно в этих условиях создается наиболее благоприятная среда обитания для многих представителей охотничье-промысловой болотной фауны.

Зарастание поверхности выработанных торфяников древесно-кустарниково-травянистой растительностью после добычи торфа в значительной степени зависит от мощности слоя остаточного торфа. Геоботаническое описание площадок проведено через 45 лет после окончания торфодобычи.

При мощности слоя остаточного торфа от 0 до 0,5 м формируется лесной ценоз: основную массу древостоя составляют высокорослые березы пушистые (15–20 м), составляющие первый ярус леса. Во втором ярусе преобладают осина, ель обыкновенная, рябина обыкновенная, черемуха обыкновенная. Третий ярус составляют кустарники: костяника, малина обыкновенная. В четвертом ярусе доминирует травянистая растительность, представленная кипреем болотным, майником круглолистным, земляникой обыкновенной, щитовником мужским, хвощем топяным, осоками, вейником Лангсдорфа, луговиком дернистым.

При мощности слоя остаточного торфа 0,7–1,0 м рост и развитие древесной растительности замедлены. Многоярусность леса выражена слабо. Высота берез в возрасте 20–23 года достигает 3–10 м, сосен (13–16 лет) — 1,5–4 м, ели — 1 м, количество деревьев значительно меньше, чем при мощности торфа 0–0,5 м. Состав древесной поросли составляют береза, осина, разные виды ив, черемуха, из кустарников преобладают малина, крушина, из кустарничков — костяника, брусника, черника. Травянистая растительность была представлена, в основном, различными видами осок, пушицей, хвощем, майником, кульбабой осенней. Мхи представлены маршанцией, плаунами, кукушкиным льном.

При мощности слоя остаточного торфа более одного метра древесно-кустарниково-травянистая растительность развивается слабо и находится в угнетенном состоянии. Высота берез составляет 0,6–2,0 м, елей — 0,7–0,8 м, рябины — 0,7–1,0 м, сосна в возрасте 20–23 года достигает 4,5–5,0 м. Корневая система деревьев располагается в верхнем десятисантиметровом слое или практически на поверхности почвы. В составе травянистой преобладает болотная растительность, разные виды осок, мхи, встречаются лишайники, в основном кладония. Проективное покрытие составляет 70 %.

Возможность управления растительно-восстановительными процессами на выработанном торфянике изучалась с помощью минерального удобрения.

В 1982 г. высеяна травосмесь, состоящая из костреца безостого (12 кг/га), овсяницы луговой (8 кг/га), тимофеевки луговой (6 кг/га).

Фоны удобрений: без удобрений, N_{120}, P_{100}, K_{120}, $N_{120}P_{100}$, $N_{120}K_{120}$, $P_{100}K_{120}$, $N_{120}P_{100}K_{120}$.

Сельскохозяйственное использование (обработка почвы, внесение удобрений, посев трав) оказывали значительное влияние на формирование растительного покрова. Однако влияние этих факторов неоднозначно: обработка почвы и посев трав, и сами по себе травы, практически только в год посева, на стадии всходы—кущение, создавали впечатление окультуренности и отличались от естественного зарастания. Установлено, что культурные многолетние злаковые и бобовые травы достаточно быстро снижали свою продуктивность даже при регулярном и полном минеральном обеспечении и через 3–4 года выпадали из травостоев. Сеяный травостой вырождался при этом полностью. Оставшееся болотное разнотравье практически не реагировало на удобрение (рис. 3).

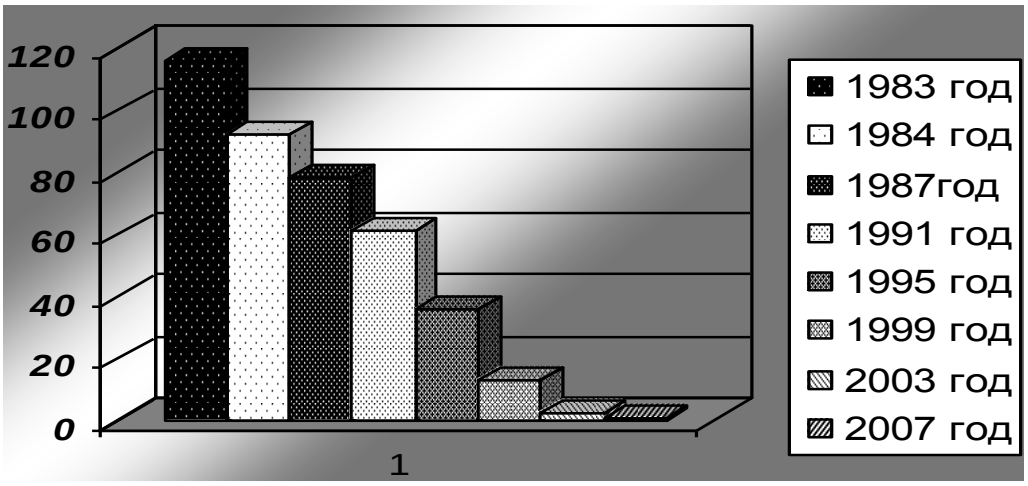


Рис. 3. Урожайность злаковой травосмеси при внесении $N_{120}K_{120}P_{100}$, ц/га СВ

Развитие древесно-кустарниково-травянистой растительности на вариантах, на которых в течение пяти лет вносились различные сочетания минеральных удобрений и с 1987 г. оставленных без скашивания и удобрения, шло значительно интенсивнее, чем на объекте, где изначально не применялись минеральные удобрения. То есть однажды внесенное удобрение под древесно-кустарниковую аборигенную растительность многократно ускоряет формирование хвойно-лиственного древостоя.

Лучшим удобрительным фоном являлось внесение парных сочетаний удобрения, в составе которых был азот, и полного минерального. Березы достигают высоты 10–16 м, сосна и ель практически не развиваются, ива остается низкорослой. Проективное покрытие травянистой растительностью составляет 50 %.

Заключение. Динамика изменений состояния и численности основных представителей болотного биогеоценоза (микроорганизмов, мхов, древесно-кустарниковой и болотной травянистой растительности) свидетельствовало о крайне слабой способности нарушенных болотных комплексов к самовосстановлению.

Реальные условия для образования промежуточно-исходного сырья для образования торфа складывались при умеренно-застойном водном режиме. Естественное зарастание поверхности выработанного торфяника болотной растительностью интенсивно происходило при постоянном затоплении и повышенном увлажнении. На торфяно-глеевой выработанной почве в условиях умеренного осушения формируется полноразвитый хвойно-лиственный древостой.

Постоянное внесение минерального удобрения не способствовало развитию водно-болотной растительности. Единовременное внесение удобрения давало мощный толчок развитию лесного ценоза.

Направленное регулирование болотовосстановительных процессов позволяет нам решать несколько экологических проблем. Прежде всего, практически полностью исключаются торфяные пожары. Реанимирующейся болотной экосистеме возвращаются их незаменимые биосферные функции по оптимизации газового, гидрологического, температурного, геохимического, геологического режимов. Расширяется среда обитания для охотничье-промысловых и ягодно-лекарственных ресурсов лесной зоны.

Литература

1. Агроландшафты Поволжья. Районирование и управление / В. М. Косолапов, И. А. Трофимов, Л. С. Трофимова, Е. П. Яковлева. – Москва – Киров: Дом печати – ВЯТКА, 2010. – 336 с.
2. Трофимов И. А., Косолапов В. М., Савченко И. В., Трофимова Л. С., Яковлева Е. П., Лебедева Т. М. Агроландшафтно-экологическое районирование кормовых угодий и стратегия управления агроландшафтами Волго-Вятского экономического района // Кормопроизводство. – 2009. – № 1. – С. 2–10.
3. Косолапов В. М., Зотов А. А., Уланов А. Н. Кормопроизводство на торфяных почвах России. – Москва – Киров: Дом печати – ВЯТКА, 2009. – 858 с.
4. Косолапов В. М., Трофимов И. А., Трофимова Л. С., Яковлева Е. П. Средообразование и кормопроизводство // Адаптивное кормопроизводство. – 2012. – № 3. – С. 16–19. [Электронный ресурс], ГНУ ВИК Россельхозакадемии, http://www.adaptagro.ru.
5. Косолапов В. М., Трофимов И. А., Трофимова Л. С., Яковлева Е. П. Многофункциональное кормопроизводство России // Кормопроизводство. – 2011. – № 10. – С. 3–5.
6. Макаренко Г. Л., Кукушкина Е. Е. Совершенствование технологии комплексного освоения выработанных торфяников Центрального экономического района // Инновационные технологии использования торфа в сельском хозяйстве : мате-

риалы Междунар. науч.-практ. конф. / ГНУ ВНИИОУ. – М. : Россельхозакадемия, 2010. – С. 42–50.
7. Вертоградская И. А., Уланов А. Н., Зверков Ю. В. и др. Результаты стационарных исследований на осушаемых низинных, в том числе нарушенных добычей, торфяных почвах // На торфяных почвах. Ч. 1. – Киров : Миньон ВМП Авитек, 1993. – С. 26–42.
8. Штина Э. А. Альгофлора болотных почв и ее антропогенные изменения // Особенности производства кормов на мелиорируемых торфяниках: сб. науч. тр. – М. : ВИК, 1988. – Вып. 38. – С. 145–151.
9. Широких И. Г., Широких А. А. Отчет Кировской лугоболотной опытной станции за 1990 год.
10. Михалев С. С. Основы болотоведения. – М. : Изд-во МСХА, 2005. – 258 с.
11. Уланов А. Н., Журавлева Е. Л., Шельменкина Х. Х. Восстановление нарушенных болотных экосистем южной тайги европейской части северо-востока России // Кормопроизводство. – 2012. – № 6. – С. 34–35.
12. Уланов А. Н., Шельменкина Х. Х. О необходимости и возможности восстановления нарушенных болотных экосистем // Материалы научной сессии / Кировский филиал РАЕ, Кировское областное отделение РАЕН. –Киров : Изд-во Кир. Обл. Бюро мед. Статистики и информатики, 2004. – С. 283–284.

A. N. Ulanov, **E. L. Zhuravleva, H. H. Shelmenkina**

Recovery of functions on waste mire peat deposits

The results of 20 years of research on the regeneration of disturbed wetland ecosystems. The factors that influence the processes of natural overgrowing fen peatland.
Keywords: *wetland ecosystems, groundwater level, natural overgrowth, fertilizers, power of the residual layer of peat*

УДК 633.2/.3.038; 631.445.122.

ОРГАНИЗАЦИЯ И ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДОЛГОЛЕТНИХ ПАСТБИЩНЫХ ТРАВОСТОЕВ, СОЗДАННЫХ НА ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ

А. В. Смирнова

ФГУП Кировская лугоболотная опытная станция Россельхозакадемии, п. Юбилейный Оричевского р-на Кировской области, Россия, bolotoagro50@mail.ru

Представлены результаты исследования по созданию и режиму использования на торфяной почве долголетних культурных пастбищ и преимущества содержания крупного рогатого скота на пастбище.
Ключевые слова: *долголетний пастбищный травостой, загонная система выпаса, продуктивность, торфяная почва*

Пастбищное содержание крупного рогатого скота в летне-пастбищный период имеет исключительно большое значение в реализации генетического потенциала продуктивности молочного скота, улуч-

шении здоровья и воспроизводительной функции животных, а также снижении себестоимости производимого молока [1–4].

Методика исследований. Объектом наших наблюдений являлось долголетнее культурное пастбище, расположенное на осушенном низинном торфомассиве «Гадовское». Посев травосмеси произведен в 1935 г. Участок представлен средне-маломощным торфяником, подстилаемым аллювиальными песками. В интенсивном пастбищном режиме используется уже 77 лет. Очередное геоботаническое описание, проведенное в 2012 году, показало, что за последние 10 лет видовой состав травостоя не изменился и по ботаническому составу приближен к лучшим естественным пойменным лугам. Видовое разнообразие представлено 50 видами трав. Однако преобладают лисохвост луговой (11–15 %), мятлик луговой (18–20 %), пырей ползучий (25–55 %). Сформировавшаяся за такой срок луговая экосистема характеризуется высокой адаптивной способностью и устойчивостью к внешнему воздействию.

Результаты исследований. Создавая пастбища в хозяйствах, в первую очередь необходимо обратить внимание на правильный выбор территории: пастбищные загоны должны быть расположены вблизи животноводческих центров. Оптимальное расстояние до места выпаса дойного стада не должно превышать полутора километров.

Также необходимо рассчитать площадь пастбища с учетом возможностей потребления пастбищного корма животными; численности поголовья, урожайности трав с учетом колебания в зависимости от погодных условий.

При одинаковой потребности в пастбищном корме поступление зеленой массы на пастбище происходит неравномерно. При быстром нарастании травостоя весной используется только 60 % территории, остальная может быть использована в фазе трубкования – начала выколашивания для заготовки сенажа, а при замедленном поступлении корма во второй половине лета и в начале осени используется вся территория пастбища. Если по какой-либо причине пастбищные участки не могут быть использованы своевременно, трава скашивается на сено.

На культурных пастбищах рекомендуется использовать загонно-порционную систему выпаса скота. Для этого все пастбища огораживаются изгородью. Наиболее экономичным является комбинированный способ огораживания пастбищ — капитальная изгородь вдоль прогонов и выделение загонов и порций для стравливания с помощью переносной электроизгороди.

Загонно-порционная система выпаса скота обеспечивает сохранность трав в период их отрастания и способствует своевременному выполнению необходимых приемов ухода за травостоем. Особенность данного способа выпаса скота заключается в том, что за короткими пе-

риодами стравливания травостоя (не более полутора дней) следует более длительный период отдыха (28–29 дней), в течение которых растения могут восстановить надземную часть и одновременно пополнить запасы питательных веществ в корнях.

При создании пастбищных территорий учитывается ширина скотопрогонной дороги. Она должна быть одинаковой и зависит от числа голов в гурте. Если в гурте 100–150 голов, то ширина скотопрогонной дороги должна составить 6–7 м, 150–200 голов — 7–9 м, а для 200–250 голов нужна дорога шириной 9–12 м.

Этот способ позволяет экономить 60–80 % и более материальных и трудовых ресурсов. С помощью изгороди, установленной таким образом, упрощается содержание скота, травостой сохраняется от вытаптывания, повышается долголетие и продуктивность пастбища.

Для получения качественных кормов с пастбищ и продления их продуктивного долголетия необходимо осуществлять ежегодный уход за травостоем:

– весной на переувлажненных участках регулируется водный режим, отводятся застойные воды;
– убирается старый травостой, если он лежит плотной подушкой, потому что мешает равномерному отрастанию;
– при выпирании дернины проводится прикатывание тяжелыми водоналивными катками, при этом следят за влажностью почвы, так как переувлажненную почву прикатывать нельзя — это приводит к ее уплотнению и ухудшению аэрации;
– на оголенных участках пастбища производится подсев трав.

Весной скот выводят на пастбище, когда начинается трубкование злаков, при высоте травостоя 17–20 см. Это позволяет использовать зеленый корм на две–три недели раньше по сравнению с поступлением зеленой массы в кормушки. Прекращается стравливание травостоя осенью — за 20 дней до окончания пастбищного периода, чтобы травы могли отрасти. Высота травостоя перед уходом в зиму не должна превышать 10–20 см, так как иначе происходит их выпревание.

Важным элементом технологии, как на старопахотных, так и на вновь осваиваемых торфяниках, является подкормка травостоя полным минеральным удобрением. Систематически вносить одно какое-либо удобрение (калийное, фосфорное или азотное) не рекомендуется. Только комплексное внесение этих удобрений дает положительный результат и позволяет получить полноценный пастбищный травостой.

Исследования показали, что за 4 цикла стравливания даже при отсутствии подкормок минеральными удобрениями (контроль) урожайность высокая — 61,6 ц/га СВ, сбор обменной энергии — 60 ГДж/га, при внесении $N_{90}P_{60}K_{90}$ урожайность увеличивается на 40 %, при ис-

пользовании подстилочного навоза или N_{90} — на 20 % по сравнению с контролем (рис. 1). При чередовании органических и минеральных сис-

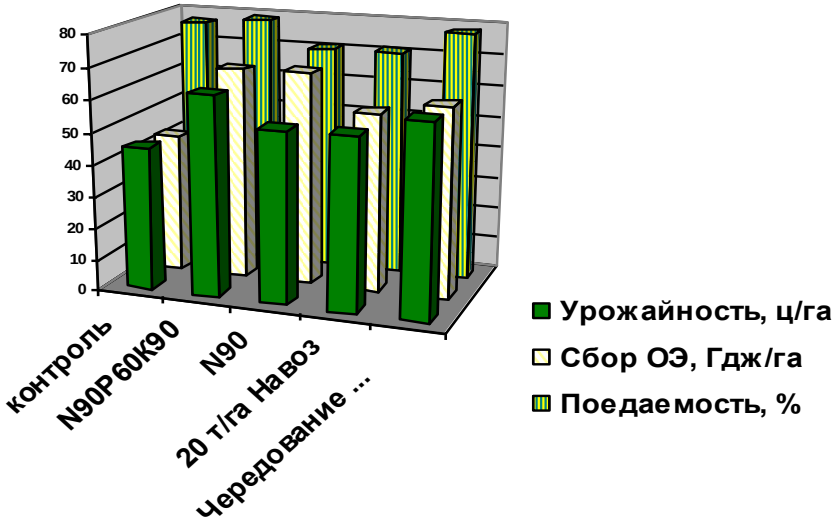


Рис. 1.. Урожайность, поедаемость и сбор обменной энергии пастбищного травостоя при различных системах удобрения

тем удобрений по годам увеличение происходит на 33 %. Сбор обменной энергии при использовании минеральных удобрений увеличивается с 60,0 до 73,2 ГДж/га. Поедаемость травостоя на вариантах с внесением минеральных удобрений высокая. Применение органических удобрений приводит к снижению поедаемости на 10–18 %.

Животные во время пастьбы оставляют на пастбище значительное количество естественных отложений в виде кала и мочи. В результатах исследований А. П. Полубень и О. Г. Мокрушиной отмечено, что от одной коровы ежедневно каловые выделения составляют 6,4 кг, а за весь пастбищный период (118 дней) — 7,6 ц. За 7,5 часов нахождения животного на пастбище корова выделяет в среднем 1,8 л мочи, за весь пастбищный период количество ее составляет около 212 л. За 118 дней стадо из 146 голов скота оставляет на пастбище 1109,6 ц каловых выделений и 30952 л мочи. Из расчетов видно, что от всего стада на 1 га пастбища в почву вместе с экскрементами попадает 3,9 кг/га P_2O_5, 13,8 кг/га K_2O, 7,4 кг/га CaO и 25,5 кг/га общего азота [5–7].

Однако необходимо отметить, что элементы кала и мочи концентрируются в верхнем слое почвы (5–10 см) и не распространяются в нижние слои профиля.

Все результаты наших исследований свидетельствуют о том, что благодаря особенностям торфяных почв, в целях экономии удобрений, подкормку травостоя на долголетних культурных пастбищах можно проводить полным комплексом минеральных удобрений один раз в 5 лет при сохранении урожайности на уровне 50–60 ц/га сухой массы.

Обязательным приемом ухода за пастбищем в наших условиях является подкашивание несъеденного травостоя на использованном загоне в первые три дня после стравливания. При более поздних сроках подкашивания скашиваются не только стравленные животными растения, но и молодая отросшая трава, что снижает продуктивность культурного пастбища в последующих циклах. По итогам исследований установлено, что для злаковых травостоев на торфяных почвах оптимальной является высота подкашивания 7–8 см с периодичностью два раза за сезон.

Обязательным условием правильного выпаса крупного рогатого скота является своевременное обеспечение животных водой. Вода на пастбище доставляется в автопоилках.

При соблюдении всех условий регулируются запасы травы в течение сезона, а также обеспечивается высокая питательная ценность трав, в частности, содержание протеина. Животные непрерывно поедают свежую траву в необходимом количестве, что повышает молокоотдачу и предотвращает суточные колебания удоев. При рациональном использовании долголетнего пастбища травостой характеризуется высоким содержанием обменной энергии в 1 кг сухого вещества (70–75 ГДж), 5800–6600 кормовых единиц с одного гектара, 700–1000 кг/га переваримого протеина.

Особенно огромна средообразующая роль таких долголетних пастбищных травостоев на торфяных почвах, так как за счет дернообразовательных процессов происходит сохранение торфяного слоя почвы. Общие запасы подземной массы на долголетнем неудобряемом пастбищном травостое достаточно высокие и составляют 134,7 ц/га. Сформировавшаяся дернина на многолетнем пастбище за последние десятилетия свела биологическую сработку торфяного слоя до минимума. Осадка торфа произошла всего на 1–1,5 см. Ее можно объяснить физическим уплотнением почвы под многолетним давлением тракторов, машин и выпасаемого скота.

На станции проводился сравнительный анализ состояния животных, остающихся в летний период на стойловом содержании и выпасаемых на долголетних культурных пастбищах.

Как видно из таблицы, надой на одну голову при пастбищном содержании выше по сравнению со стойловым на 3 %. Валовой надой молока по ферме, где применялось пастбищное содержание, также выше по сравнению со стойловым, при меньшем поголовье животных. Содержание жира в молоке при пастбищном содержании несколько ниже, что можно объяснить влажностью получаемого корма. (Влажность пастбищного корма выше по сравнению с объемистыми кормами.) Содержание белка в молоке при пастбищном содержании оказалось более высоким на протяжении всего периода в среднем на 0,1 %. Покрытие ко-

ров при пастбищном содержании также выше, чем при стойловом, чему способствует активный моцион на пастбище.

Сравнительная оценка продуктивности пастбищного и стойлового содержания скота (2012 г.)

Содержание	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Надой на одну голову кг					
Пастбищное	660	587	649	698	601
Стойловое	650	598	619	655	595
Валовой надой, т					
Пастбищное	62	56	60	63	56
Стойловое	63	57	58	62	58
Массовая доля жира в молоке, %					
Пастбищное	3,71	3,66	3,59	3,57	3,68
Стойловое	3,89	3,84	3,91	3,95	4,14
Массовая доля белка в молоке, %					
Пастбищное	3,22	3,11	3,12	3,13	3,25
Стойловое	3,06	3,04	3,01	3,03	3,13
Плодотворное осеменение нетелей, %					
Пастбищное	85	100	100	100	100
Стойловое	85	100	75	88	100

С точки зрения ученых-животноводов, сочетание полноценного питания с активным моционом животных на пастбище позволяет сохранить и увеличить в их крови содержание каротина и витамина А, что положительно сказывается на плодотворном осеменении и получении здорового приплода в будущем, в организме увеличивается количество гемоглобина и некоторых других жизненно важных веществ, повышается иммунитет животных.

Пастбищная трава в сочетании с активным движением и солнечным облучением способствуют быстрой инволюции матки и более скорому приходу коровы в норму после отела. Наши животные уже на 15–20-й день после отела идут на пастбище.

Перед пастбищным периодом проводится регулярная обработка и расчистка копыт, что снижает заболевание конечностей. Кроме того, постоянное движение животных позволяет равномерно стачивать копытный рог и укреплять связки и суставы животных.

Эти животноводческие наблюдения еще раз подтверждают преимущества пастбищного содержания скота в летний период.

Заключение. Организация долголетних культурных пастбищ имеет актуальное значение при создании кормовой базы в весенне-летний пастбищный период для крупного рогатого скота. Такой способ кормления и содержания удовлетворяет потребность животных в ос-

новных питательных веществах, способствует повышению продуктивности и улучшению физиологического состояния.

Литература

1. Косолапов В. М., Бондарев В. А., Клименко В. П. Повышение качества объемистых кормов // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2008. – № 5. – С. 20–24.
2. Косолапов В. М., Бондарев В. А., Клименко В. П. Повышение качества кормов — непременное условие успешного развития животноводства // Аграрная наука. – 2008. – № 1. – С. 27-29.
3. Косолапов В. М., Бондарев В. А., Клименко В. П. Повышение качества кормов из многолетних трав // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2008. – № 4. – С. 53–55.
4. Косолапов В. М., Зотов А. А., Уланов А. Н. Кормопроизводство на торфяных почвах России. – Москва – Киров: Дом печати – ВЯТКА, 2009. – 858 с.
5. Кутузова А. А., Привалова К. Н., Тебердиев Д. М. Организационно-технологические основы эффективного создания и использования культурных пастбищ // Роль культурных пастбищ в развитии молочного скотоводства нечерноземной зоны России в современных условиях : сб. науч. тр. – М., 2010. – С. 51–59.
6. Полубень А. П. Организация пастбищного хозяйства, пути и резервы // На торфяных почвах : науч. тр. КЛОС. – Киров, 1993. Ч. 1. – С. 57–60.
7. Уланов А. Н., Смирнова А. В. Влияние многолетних трав и выпаса крупного рогатого скота на изменение свойств торфяной почвы // Высокопродуктивные ландшафты на торфяных почвах : материалы междунар. науч.-практ. конф., посвященной 95-летию основания КЛОС. – Киров, 2013. – С. 152–161.

A. V. Smirnova

Organization and effective use of long-term pasture herbage, established on peat soils

The results of research on the development and usage of peat soil on many years of cultivated pastures and advantages of the content of the cattle in the pasture.

Keywords: *long pasture herbage, paddock grazing system, productivity, peat soil*

УДК 633.2/.3.031, 633.2/.3.0332

АГРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ ПРИ СЕНОКОСНОМ И ПАСТБИЩНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

С. А. Павлова[1], кандидат сельскохозяйственных наук,
А. В. Кузьмина[1], кандидат сельскохозяйственных наук,
Н. В. Барашкова[1], доктор сельскохозяйственных наук,

[1]*ГНУ Якутский НИИСХ Россельхозакадемии, г. Якутск, Республика Саха (Якутия), Россия, yniicx@mail.ru*
[2]*Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, г. Якутск, Республика Саха (Якутия), Россия, sachayana @mail. ru*
Показана оценка изменения плодородия почв при подсеве инокулированными семенами люцерны при сенокосном и пастбищном использовании.
Ключевые слова: *злаковый и бобово-злаковый травостои, биологический азот, азотфиксирующие штаммы, удобрения, накопление корневой массы*

При образовании комковатой структуры почв большое значение имеют многолетние травы. Теоретическое обоснование средообразующей роли многолетних растений в почвообразовании доказал В. Р. Вильямс [1]. Он связывал создание прочной комковатой структуры почвы с деятельностью многолетних трав — злаковых и бобовых. По его мнению, корневая система этих трав, пронизывая массу распыленной почвы, превращает ее в комочки; затем корневые остатки после отмирания разлагаются, превращаются в свежеосажденный перегной, который впитывается в комки, коагулируется и, с помощью катиона кальция, превращается в цемент, скрепляющий комки и превращающий их в водопрочные агрегаты.

Корневая система луговых растений обеспечивает не только поступление питательных веществ из почвы в надземную часть агрофитоценозов, но и оказывает существенное последействие на изменение плодородия почвы в результате накопления и разложения корневой массы. Если в первые годы пользования сеяными луговыми травостоями накопление кормовой массы идет активно, то и впоследствии — стабилизируется. Наблюдение за корневой системой ломкоколосника ситникового впервые в зоне многолетней мерзлоты проводились В. Н. Дохунаевым на посевах третьего и шестого годов жизни. Изучение показало, что на третий год коэффициент продуктивности корней составлял 1,7–2,8, на шестой год — 3,6–4,0 [2]. В условиях поймы р. Лены на естественных и сеяных пастбищах исследовались закономерности формирования корневой массы многолетних трав [3].

Продуктивность пастбищ, создаваемых в условиях Центральной Якутии, прежде всего, зависит от обеспеченности трав азотом. Половина вносимого в почву минерального азота усваивается растениями, около 20 % поглощается микроорганизмами и закрепляется в почве, а около 30 % теряется в результате нитрификации и денитрификации, загрязняя окружающую среду [4]. Необходимость использования биологического источника азота в настоящее время обусловлена недостатком и дороговизной поставляемых азотных удобрений в Якутию. Важным экологически чистым источником азота является биологический азот, накапливаемый многолетними бобовыми растениями благодаря сим-

биозу с клубеньковыми бактериями. Бобовые культуры обладают уникальной способностью обеспечивать себя необходимым количеством биологического азота и обогащают им почву. Люцерна среди бобовых культур занимает лидирующее положение по активности симбиотического аппарата и объему фиксированного азота воздуха посевами. В США люцерна занимает 44 % площади, отведенной под травы. При посеве на старых лугах используют инокулированные семена люцерны, обеспечивающие увеличение урожайности горных пастбищ в Перу и США с 6 до 60–100 ц/га СВ [5] .

С 1991 г. в ЯНИИСХ начались исследования по приемам повышения азотфиксирующей способности районированного сорта люцерны Якутская желтая на основе выделения штаммов клубеньковых бактерий адаптированных в условиях мерзлотных почв. М. Т. Яковлевой выявлен по активности производственный штамм 425а, который обеспечивает урожайность зеленой массы люцерны до 205 ц/га, что превышало контроль на 9 ц/га [6].

Поэтому актуальным является экспериментальное изучение эффективности инокуляции семян люцерны с применением специально выведенных штаммов клубеньковых бактерий для мерзлотных почв, а также для подсева их в старовозрастной злаковый травостой с целью восстановления бобовых в результате постепенного их прорастания при разных режимах использования. Целью исследований является изучение эффективности инокуляции семян люцерны местным штаммам клубеньковых бактерий Якутский 1 для подсева в старовозрастной травостой при различных режимах использования. На основании исследований планируется провести оценку дерново-образовательного процесса по темпам накопления корневой массы, агрохимическим показателям изменения почвенного плодородия мерзлотных почв.

Условия и методы исследований. Исследования проводились в стационаре «Илгэлээх» Якутского НИИ сельского хозяйства, расположенном на надпойменной террасе р. Лены. Под остепненными лугами почва опытного участка мерзлотная, дерновая. Опыт ведется на фоне $P_{60}K_{60}$. Фосфорные и калийные удобрения вносятся в один прием, азотные — под укос согласно схеме опытов. Режим пастбищного травостоя — имитация стравливания при высоте 15–20 см или в фазу кущения трав. Скашивание злаков проводят в фазу цветения. Основу травостоя восьмого года жизни составили сеяные травы: ломкоколосник ситниковый, кострец безостый и люцерна желтая. Подсев инокулированных семян люцерны в старовозрастной травостой проведен в летний срок посева. Во время посева почвенная влажность была оптимальной, что обеспечивало дружные всходы через 12–14 дней.

Научные исследования проводились по методике ВНИИ кормов [7]. Анализы по агрохимическому составу почв и валовую энергию в корнях определяли по общепринятой методике в лаборатории биохимии ЯНИИСХ РАСХН на инфракрасном анализаторе «Инфранид 61» на основе калибрования. Так, для пойменно-дерновых остепненных почв содержание гумуса определяют по Тюрину, общего азота — по Къельдалю, подвижных форм фосфора и калия — по Кирсанову, $pH_{сол.}$ — потенциометрически. Затраты для сдвига активной кислотности почвы на 0,1 $pH_{сол.}$ (Шип В. В., 1990) [8].

Исследования по определению средообразующей роли люцерно-злаковых травостоев в условиях остепненных пастбищ по накоплению подземной массы, закреплению в ней азота и фосфора, а также по изменению агрохимических показателей почвы доказали, что масса подземных органов люцерно-злаковых травостоев практически не отличались от массы корней злаковых травостоев (табл. 1, 2).

1. Содержание валовой энергии в надземной массе

Вариант	Урожайность, ц/га СВ	ВЭ надземной массы	
		МДж/га	ГДж/га
Пастбище			
1. Злаковая смесь — контроль	20,0	19,0	38,0
2. Злаковая смесь при $P_{60}K_{60}$ — фон	24,2	19,0	45,9
3. Злаковая смесь фон + N_{120}	26,8	18,6	49,8
4. Бобово-злаковая смесь с посевом люцерны (1997) + фон — контроль	27,1	19,1	51,7
5. Бобово-злаковая смесь с подсевом люцерны (2004 г.) без скарификации + фон	25,6	18,8	48,1
6. Бобово-злаковая смесь с посевом (1997 г.) +подсев люцерны (2004 г.) при инокуляции + фон	32,6	18,7	60,9
Сенокос			
1. Злаковая смесь — контроль	15,0	18,7	28,0
2. Злаковая смесь при $P_{60}K_{60}$ — фон	19,0	18,6	35,3
3. Злаковая смесь — фон + N_{120}	22,4	18,6	41,6
4. Бобово-злаковая смесь с посевом люцерны (1997 г.) + фон — контроль	23,1	18,7	43,1
5. Бобово-злаковая смесь с подсевом люцерны (2004 г.) без скарификации + фон	23,0	18,9	43,4
6. Бобово-злаковая смесь с посевом (1997 г.) + подсев люцерны (2004 г.) при инокуляции + фон	28,0	18,6	52,0

Оценка изменения валовой энергии плодородия почвы проводится на основе результатов агрохимических показателей почвы пастбищ в исходном состоянии на момент оценки (табл. 3). пление корней, ежегодное частичное отмирание их и минерализация).

2. Накопление валовой энергии в подземной массе в зависимости от удобрений (слой почвы 0–20 см)

Вариант	Масса корней, ц/га СВ	Содержание ВЭ, МДж/га СВ		ВЭ пм / ВЭ нм	Закрепление ВЭ в корнях, ГДж/га
		подземная масса	надземная масса		
Пастбище					
1. Злаковая смесь — контроль	92	17,9	19,0	0,94	164,7
2. Злаковая смесь при $P_{60}K_{60}$ — фон	116	17,9	19,0	0,94	207,6
3. Злаковая смесь фон + N_{120}	102	17,9	18,6	0,96	182,5
4. Бобово-злаковая смесь с посевом люцерны (1997 г.) + фон — контроль	103	18,0	19,1	0,94	185,4
5. Бобово-злаковая смесь с подсевом люцерны (2004 г.) без скарификации + фон	122	18,0	18,8	0,96	219,6
6. Бобово-злаковая смесь с подсевом люцерны (2004 г.) при инокуляции + фон	112	18,0	18,7	0,96	201,6
Сенокос					
1. Злаковая смесь — контроль	105	17,8	18,7	0,95	186.9
2. Злаковая смесь при $P_{60}K_{60}$ — фон	109	17,9	18,4	0,97	195,1
3. Злаковая смесь фон + N_{120}	115	18,0	18,5	0,97	207,0
4. Бобово-злаковая смесь с посевом люцерны (1997 г.) + фон — контроль	100	18,0	18,7	0,96	180,0
5. Бобово-злаковая смесь с подсевом люцерны (2004 г.) без скарификации + фон	99	17,9	18,6	0,96	177,2
6. Бобово-злаковая смесь с подсевом люцерны (2004 г.) при инокуляции + фон	137	18,0	18,8	0,96	246,6

Содержание гумуса в исходном состоянии — 3,0 % в слое 0–20 см, подвижного фосфора — 27, калия — 274 мг на 100 г почвы. Содержание азота и гумуса в почве заметно повысилось благодаря дернообразовательному процессу (накоСодержание азота в люцерно-злаковом травостое повысилось на 112 % (на 900 кг/га), фосфора — на 117 % (на 143 кг/га) в результате более высокой концентрации этих веществ в подземной массе.

Энергоемкость почвенного плодородия пастбищ (табл. 4) за пять лет использования повысилась на 66 % на злаковом и 43 % на бобово-злаковом травостое при инокуляции семян люцерны клубеньковыми бактериями к исходному уровню. Среднегодовые темпы прироста валовой энергии за счет изменения плодородия почвы: – 5,7 ГДж/га в злаковой смеси при внесении азота N120, + 0,7 ГДж/га в бобово-злаковом травостое. При этом основной прирост валовой энергии был обусловлен за счет использования инокуляции семян люцерны клубеньковыми бактериями.

Изменение запасов энергии в почве сенокосного использования травостоя приведены в табл. 5. Повышение энергоемкости почвенного плодородия в бобово-злаковом травостое составило 5–9 % к исходной. Более низкие темпы накопления энергии — 2,1 и 2,8 ГДж/га получены на контроле злаковом и бобово-злаковом травостое, это обусловлено активным разложением органических веществ запаханной дернины.

Выводы.

1. Ежегодное применение удобрений в дозах $N_{120}P_{60}K_{60}$ позволяет накапливать до 102 ц/га корневой фитомассы и способствует обогащению почвы органическими веществами.

2. На бобово-злаковом травостое темпы накопления валовой энергии при подсеве люцерны с инокулированными семенами (60,9 ГДж/га) были заметно выше, чем на злаковом травостое, что связано с дополнительным влиянием биологического азота.

3. Корневая система луговых растений обеспечивает не только поступление питательных веществ из почвы в надземную часть агрофитоценозов, но и оказывает существенное последствие на изменение плодородия почвы в результате накопления и разложения корневой массы.

Литература

1 Вильямс В. Р. Естественнонаучные основы луговодства или луговедения // В Р. Вильямс. – М. : Новая деревня, 1922. – С. 83–128.

2 Дохунаев В. Н. Корневая система растений в мерзлотных почвах Якутии. – Якутск : ЯФ СО АН СССР. – 1988. – 176 с.

3 Захаров И. Д. Разработка приемов создания культурных пастбищ на пойменных лугах центральной Якутии : автореф. дисс. … канд. с.-х. наук / ВНИИ кормов. – М, 1976. – 14 с.

4 Иванова Л. С. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Лено-Амгинского междуречья. – Новосибирск, 2004. – 131 с.
5 Лаур В. Х. Люцерны в США // Кормопроизводство. – 1983. – № 2. – С. 39–40.
6 Емельянова А. Г., Яковлева М. Т. Применение азотфиксирующих препаратов на основе штаммов клубеньковых бактерий при возделывании люцерны в условиях Центральной Якутии : методические рекомендации / Сиб. отд-ние Рос. акад. с.-х. наук, ЯНИИСХ. – Якутск, 2007. – 16 с.
7 Агроэнергетическая и экономическая эффективность различных норм доз минеральных удобрений и режимов использования : методические указания / ВНИИ кормов. – М., 1995. – 82 с.
8 Шип В. В. Повышение продуктивности бобово-злаковых пастбищ путем периодического известкования и фосфоритования дерново-подзолистых почв в Центральном районе Нечерноземной зоны : автореф. дисс. … канд. с.-х. наук. – М., 1990. – 16 с.

S. A. Pavlova, A. V. Kuzmina, N. V. Barashkova

Agrifuels evaluation of soil fertility changes at haymaking and gazing use in the Central Yakutia

The paper shows the estimated changes in soil fertility when overseeding inoculated alfalfa seeds with haying and grazing use.
Keywords: *cereal and legume-grass swards, organic nitrogen, nitrogen fixing strains, fertilizers, accumulation of root mass*

3. Агрохимическая характеристика почвы пастбищ (слой почвы 0–20 см)

Вариант	Агрохимические показатели					Содержание, кг/га			
	$pH_{сол.}$	подвижный Р, мг/кг	обменный К, мг/кг	общий азот, %	гумус, %	подвижный фосфор	обмен-ный ка-лий	об-щий азот	гумус
Исходное	7,1	27	274	0,19	3,00	67	685	4750	75000
1. Злаковая смесь — контроль	6,6	166	236	0,32	3,34	374	531	7200	97650
2. Злаковая смесь при $P_{60}K_{60}$ — фон	6,5	181	252	0,35	3,98	407	567	7875	89550
3. Злаковая смесь — фон + N_{120}	6,3	202	237	0,46	3,92	454	533	10350	88200
4. Бобово-злаковая смесь с посевом люцерны (1997 г.) + фон — контроль	6,4	162	248	0,33	3,91	364	558	7425	87975
5. Бобово-злаковая смесь с подсевом люцерны (2004 г.) без скарифика-ции + фон	7,0	199	246	0,32	3,98	448	554	7200	89550
6. Бобово-злаковая смесь с посевом (1997 г.) подсев люцерны (2004 г.) при инокуляции + фон	7,0	230	249	0,36	3,91	517	560	8100	87975

4. Агроэнергетическая оценка плодородия почвы пастбищ (слой 0–20 см)

Вариант	Содержание энергии, ГДж/га					Изменение энергии за счет $\Delta pH_{сол.}$, ГДж/га	Итого	
	фосфор	калий	азот	гумус	сумма		ГДж/га	% к исходному
Исходный уровень	0,31	10,2	515	525	1050,5	—	1050	100
1. Злаковая смесь – контроль	1,75	8,0	781	683,2	1473,9	– 3,6	1470	140
2. Злаковая смесь при $P_{60}K_{60}$ - фон	1,91	8,5	854	626,8	1491,2	– 4,2	1491	142
3. Злаковая смесь фон + N_{120}	2,13	8,0	1123	617,4	1750,4	– 5,7	1750	166
4. Бобово-злаковая смесь с посевом лю-церны (1997) + фон - контроль	1,71	8,3	806	615,3	1430,9	– 4,9	1431	135
5. Бобово-злаковая смесь с подсевом лю-церны (2004) без скарификации + фон	2,10	8,3	781	627,2	1418,8	+ 0,7	1419	117
6. Бобово-злаковая смесь с посевом (1997) подсев люцерны (2004) при инокуляции + фон	1,50	8,8	634	585,9	1230,9	+ 0,7	1231	143

5. Агроэнергетическая оценка плодородия почвы сенокоса (слой 0–20 см)

Вариант	Содержание энергии, ГДж/га					Изменение энергии за счет $\Delta pH_{сол.}$, ГДж/га	Итого	
	фосфор	калий	азот	гумус	сумма		ГДж/га	% к исходному
Исходный уровень	0,26	9,92	651	637	1298,1	—	1298	100
1. Злаковая смесь — контроль	0,62	7,72	488,2	664,6	1161,1	– 2,1	1159	89
2. Злаковая смесь при $P_{60}K_{60}$ — фон	0,78	7,78	488,2	669,3	1166,0	– 1,4	1164	90
3. Злаковая смесь фон + N_{120}	1,04	8,40	463,8	754,4	1227,6	– 2,8	1224	94
4. Бобово-злаковая смесь с посевом люцерны (1997 г.) + фон — контроль	1,12	8,37	683,5	729,2	1422,1	– 2,8	1419	109
5. Бобово-злаковая смесь с подсевом люцерны (2004 г.) без скарификации + фон	0,89	7,45	610,3	743,4	1368,0	– 0,7	1367	105
6. Бобово-злаковая смесь с посевом (1997 г.) подсев люцерны (2004 г.) при инокуляции + фон	0,70	7,75	415	744,9	1168,3	– 1,4	1167	90

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение……... 3

Косолапов В. М., Трофимов И. А., Трофимова Л. С., Яковлева Е. П. Природосохраняющие и средообразующие функции многолетних кормовых растений и экосистем. К 150-летию со дня рождения учеников В. В. Докучаева — В. Р. Вильямса и В. И. Вернадского... 5

Косолапов В. М., Трофимов И. А., Трофимова Л. С., Яковлева Е. П. Значение кормопроизводства для продовольственной и экологической безопасности страны…….. 16

Жученко-мл. А. А. Эволюция средосохраняющих и средоулучшающих свойств высших растений……. 23

Савченко И. В. Инновационное развитие растениеводства в современных условиях…….….. 32

Бочарникова Н. И., Жученко А. А. Адаптивный потенциал кормовых растений и его использование……. 39

Чесноков Ю. В. ГМО и средоулучшающие свойства кормовых растений…..……... 43

Хаустович И. П., Пугачев Г. Н. Потепление климата и изменение условий реализации продуктивности сельскохозяйственных культур…… 50

Трофимов И. А., Трофимова Л. С., Яковлева Е. П. Районирование кормовых угодий Центрального района европейской части России…….. 57

Семенов Н. А. Разработка классификации природных кормовых угодий и ресурсов лесостепной зоны России…… 65

Кутузова А. А. Средообразующие функции луговых экосистем…… 72

Привалова К. Н. Средообразующая роль разновозрастных пастбищных травостоев…… 81

Кулаков В. А., Тебердиев Д. М., Родионова А. В. Опытам по удобрению пастбищ и сенокосов ВНИИ кормов имени В. Р. Вильямса — 66 лет…… 87

Уланов А. Н. Эколого-хозяйственная оценка постболотных лесолуговых агроландшафтов…….. 95

Уланов А. Н., Журавлева Е. Л., Шельменкина Х. Х. Восстановление болотообразовательных функций на отработанных торфяных месторождениях……. 103

Смирнова А. Н. Организация и эффективное использование долголетних пастбищных травостоев, созданных на торфяных почвах….. 112

Павлова С. А., Кузьмина А. В., Барашкова Н. В. Агроэнергетическая оценка изменения плодородия почв при сенокосном и пастбищном использовании в условиях центральной Якутии…… 118

Научное издание

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ АДАПТИВНОЕ КОРМОПРОИЗВОДСТВО: СРЕДООБРАЗУЮЩИЕ ФУНКЦИИ КОРМОВЫХ РАСТЕНИЙ И ЭКОСИСТЕМ

Сборник научных трудов
Выпуск 1 (49)

Верстка, оригинал-макет Н. И. Георгиади

Подписано в печать 2014 г.
Бумага «Снегурочка». Формат 60×84 $^{1}/_{16}$.
Гарнитура «Таймс». Печать ризографическая
Усл. печ. л. 7,11. Тираж 500. Заказ 022

ООО «Угрешская типография»
т. 700-12-29, 700-06-66
111621, Москва, ул. Оренбургская, 15