

АГР АДАПТИВНОЕ КОРМОПРОИЗВОДСТВО

Научный журнал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», № 2 (июнь) 2025



2–6 июня 2025 г. на базе Федерального научного центра кормопроизводства и экологии имени В.Р. Вильямса прошел IV Международный конгресс по кормам



**НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ
«АДАПТИВНОЕ КОРМОПРОИЗВОДСТВО»
№ 2 (июнь) 2025**

DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2025-2

Учредитель и издатель журнала –
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса»
(ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»)

Главный редактор –
Клименко В.П. – доктор сельскохозяйственных наук,
руководитель Испытательного центра по оценке качества и стандартизации кормов
ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»
E-mail: vniikormov@mail.ru

Редакторы –
Георгиади Н.И., Свечникова Г.Н.
E-mail: adaptagro@vniikormov.ru

Верстка и дизайн: Георгиади Н.И.

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере
информационных технологий и массовых коммуникаций Роскомнадзор.
Свидетельство о регистрации Эл № ФС77-41724 от 20.08.2010 г.

Адрес редакции:

141055 Россия
Московская область г. Лобня,
ул. Научный городок, корп. 1,
ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»
E-mail: adaptagro@vniikormov.ru
<http://www.adaptagro.ru>
Тел.: +7(495) 577 73 37

**SCIENTIFIC-PRACTICAL INTERNATIONAL ON-LINE JOURNAL
ADAPTIVE FODDER PRODUCTION
№ 2 (June) 2025**

DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2025-2

Founder and publisher –
Federal State Budget Sciences Institution «Federal Williams Research Center
of Forage Production and Agroecology»
(FWRC FPA)

Editor-in-Chief
Vladimir Klimenko
Doctor of Agricultural Sciences,
Head of the Testing Center for Quality Assessment and Standardization of Feeds
of the Federal Scientific Center «FWRC FPA»
E-mail: vniikormov@mail.ru

Editors:
Nelly Georgiadi, Galina Svechnikova
FWRC FPA
E-mail: adaptagro@vniikormov.ru

Page makeup and design
N. Georgiadi

Registration Certificate
ЭЛ № ФС77-41724 (20.08.2010)

Contact:
141055 Nauchnyi gorodok str., k. 1 Lobnya,
Moscow Region, Russia
Federal State Budget Sciences Institution «Federal Williams Research Center
of Forage Production and Agroecology»
E-mail: adaptagro@vniikormov.ru
<http://www.adaptagro.ru>
Tel.: +7(495) 577 73 37

СОДЕРЖАНИЕ

IV МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС ПО КОРМАМ.....	6–14
ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ ИЗВЕСТКОВАНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ СЕЯНОГО ТРАВОСТОЯ В УСЛОВИЯХ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ.....	
Седова Е.Г., Чуйков В.А., Проворная Е.Е., Тебердиев Д.М.	15–20
ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»	
ПРОДУКТИВНОСТЬ МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ ТРАВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РЕЖИМА ОРОШЕНИЯ И УДОБРЕНИЙ НА НАУЧНОМ ПОЛЕ ВСЕРОССИЙСКОГО НИИ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ.....	
Беленков А.И. ¹ , Молоканцева Е.И. ² , Васильева О.А. ¹	21–28
¹ ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»	
² ФГБНУ ВНИИОЗ	
ВЛИЯНИЕ НЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫМ УДОБРЕНИЕМ И БИООРГАНИЧЕСКИМИ ПРЕПАРАТАМИ СЕМЕННОГО ТРАВОСТОЯ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО НА ПОКАЗАТЕЛИ ЕГО СТРУКТУРЫ, БИОЛОГИЧЕСКУЮ УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕМЯН	
Попова Е.В., Арзамасова Е.Г., Шихова И.В.	29–39
ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока	
АГРОЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ КОРМОВЫХ УГОДИЙ ПО РАЙОНАМ РОССИИ В ФНЦ «ВИК им. В.Р. ВИЛЬЯМСА» (К 75-летию доктора географических наук, кандидата биологических наук, старшего научного сотрудника по специальности «Кормопроизводство и луговодство» Трофимова Ильи Александровича)	
Шпаков А.С., Тебердиев Д.М., Трофимова Л.С., Яковleva E.P., Седова Е.Г., Гречишников Н.Н., Шевцов А.В.	40–53
ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»	
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ КОРМОВЫХ ПРОТЕАЗ В КОРМЛЕНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ	
Хамви М.Н., Шаповалов С.О.	54–66
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева	
КОРМОПРОИЗВОДСТВО ЛЕСНОЙ ЗОНЫ. ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ	
Шпаков А.С.	67–78
ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»	

CONTENT

IV INTERNATIONAL FEED CONGRESS	6–14
AFTEREFFECT OF LIMING ON THE YIELD OF SEEDED GRASS STAND	
IN CONDITIONS OF SOD-PODZOLIC SOIL	15–20
Sedova E.G., Chuykov V.A., Provornaya E.E., Teberdiev D.M.	
<i>Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology</i>	
PRODUCTIVITY OF PERENNIAL LEGUMES DEPENDING ON THE IRRIGATION	
AND FERTILIZATION REGIME IN THE SCIENTIFIC FIELD OF THE ALL-RUSSIAN	
RESEARCH INSTITUTE OF IRRIGATED AGRICULTURE	21–28
Belenkov¹ A.I., Molokantseva² E.I., Vasilieva¹ O.A.	
<i>¹Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology</i>	
<i>²All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture</i>	
INFLUENCE OF FOLIAR FEEDING WITH ORGANO-MINERAL FERTILIZERS AND	
BIOORGANIC PREPARATIONS OF RED CLOVER SEED GRASS STAND ON ITS	
STRUCTURE INDICATORS, BIOLOGICAL PRODUCTIVITY AND SEED QUALITY	29–39
Popova E.V., Arzamasova E.G., Shikhova I.V.	
<i>Federal Agricultural Scientific Center of North-East</i>	
AGRO-LANDSCAPE AND ECOLOGICAL ZONING OF NATURAL FORAGE LANDS BY	
REGIONS OF RUSSIA IN THE V.R. WILLIAMS FEDERAL RESEARCH CENTER	
(On the occasion of the 75th anniversary of Ilya Trofimov, Doctor of Geographical Sciences,	
Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher specializing in Forage and Meadow	
Farming)	40–53
Shpakov A.S., Teberdiev D.M., Trofimova L.S., Yakovleva E.P., Sedova E.G.,	
Grechishnikov N.N., Shevtsov A.V.	
<i>Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology</i>	
MODERN TECHNOLOGIES OF PRODUCTION AND APPLICATION	
OF FEED PROTEASES IN FEEDING OF FARM ANIMALS	54–66
Hamwi M.N., Shapovalov S.O.	
<i>Russian Timiryazev State Agrarian</i>	
FORAGE PRODUCTION IN THE FOREST ZONE. PROBLEMS AND SOLUTIONS	
67–78	
Shpakov A.S.	
<i>Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology</i>	

IV МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС ПО КОРМАМ

2–6 июня 2025 г. на базе Федерального научного центра кормопроизводства и экологии имени В.Р. Вильямса прошел IV Международный конгресс по кормам, ставший традиционным.

В этом году конгресс был посвящен 105-летию Воронежской опытной станции по многолетним травам, которая об-

разована в 1920 г. и является одним из старейших научных учреждений России. Станция внесла огромный вклад в развитие сельскохозяйственной науки страны. С 1994 г. она является структурным подразделением ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агробиологии имени В.Р. Вильямса».



В рамках конгресса прошло несколько мероприятий: Всероссийская научная конференция с международным участием «Многофункциональное адаптивное кормопроизводство»; школа молодых ученых «Иновационные технологии кормопроизводства»; круглый стол: «Проблемы приготовления качественных объемистых кормов»; выставка сельскохозяйственной техники и научного оборудования для обеспечения научного процесса ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»; выставка организаций-партнеров ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»: АО «Апатит», ООО «Биотроф», ООО «Миллаб», ФИЦ «Немчиновка», ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства», колхоз «Красная Звезда»; экспозицию представила Воронежская опытная станция по многолетним травам.

В работе конгресса приняли участие ведущие ученые России, Китая, Белару-

си; руководители Министерства науки и высшего образования России, Министерства сельского хозяйства России; руководители сельскохозяйственных предприятий и научных организаций, производители удобрений, биологических и химических препаратов для сельского хозяйства, директора филиалов ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» из Калининградской, Московской, Брянской, Воронежской, Кировской, Ярославской областей, а также другие заинтересованные лица.

Во вступительном слове директор ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» О.А. Розин, поздравил коллектив Центра с началом конгресса, отметил, что мероприятие становится регулярным, и поблагодарил Министерство науки и образования России, Минсельхоз России, РАН, а также местные органы власти за постоянное внимание к деятельности учреждения.



Глава городского округа Лобня А.В. Кротова в своем приветственном слове отметила, что ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» является крупнейшим научным учреждением, расположенным

на территории городского округа. Ученые Центра вносят огромный вклад в деятельность городского округа, проводя просветительскую работу среди школьников и молодежи.



Заместитель директора Департамента координации и обеспечения деятельности организаций в сфере сельскохозяйственных наук Министерства науки и высшего образования РФ С.Е. Трешкин поздравил коллектив ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» с началом конгресса и отметил, что коллектив ученых, служащих, технических работников Центра ведет важнейшую работу в различных регионах страны, решая задачу по научному обеспечению кормопроизводства России. Достижения центра позволяют обеспечивать независимость страны в семенах кормовых культур, а разработки, связанные с консервированием кормов, — заготавливать и сохранять высококачественные корма, что является основой высокоэффективного животноводства.

С приветственным словом от Российской академии наук выступил Я.П. Лобачевский, академик РАН, доктор технических наук, академик-секретарь Отделения сельскохозяйственных наук РАН, профессор. Он отметил важность научных исследований в становлении отечественного животноводства, при этом наибольшее значение имеет приготовление качественных кормов. Кроме того, он отметил, что кормопроизводство является масштабной, многофункциональной, экономически значимой частью сельского хозяйства России, связывающей воедино все отрасли сельскохозяйственного производства. Он пожелал ученым ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» успешной работы и выразил уверенность, что они создадут условия надежного обеспечения кормами животноводства России и обеспечат устойчивость агроэкосистем.

Начальник отдела кормовых ресурсов Департамента животноводства и племенного дела Минсельхоза России А.В. Кузнецов поздравил ученых Центра с началом работы Международного конгресса и выразил уверенность в том, что научные достижения ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» станут прочным фундаментом для надежного обеспечения кормами высокointенсивного животноводства в различных регионах России и создадут устойчивую кормовую базу для средних и мелких хозяйств.

Особый интерес вызвало поздравление Сяо Фей — советника посольства КНР в Российской Федерации, который отметил тесное сотрудничество китайских и российских ученых в отрасли сельского хозяйства. Он выразил уверенность в дальнейшем развитии этого сотрудничества по нескольким направлениям: селекция и семеноводство кормовых растений, луговое и пастбищное кормопроизводство, приготовление кормов, карбоновые проекты, совместная образовательная деятельность.

С основным докладом о деятельности Воронежской опытной станции по многолетним травам выступил ее директор — кандидат сельскохозяйственных наук С.В. Сапрыкин. Он рассказал о результатах и основных направлениях развития селекции и семеноводства многолетних трав на станции, вспомнил ведущих ученых, работавших на станции и внесших огромный вклад в развитие травосеяния России: Л.Г. Раменского, М.И. Ненарокова и других. Представил основные достижения станции: сорта люцерны (Воронежская 6, Павловская 7, Донская), костреца безостого (Воронежский 17, Павловский 22/05), клевера

красного (Воронежский), житняка гребенчатого (Ненарковский, Павловский 12), эспарцета песчаного (Павловский) и др.

С пленарными докладами выступили видные ученые в области кормопроизводства, генетики, селекции и семеноводства кормовых растений, полевого и лугового кормопроизводства, приготовления кормов из России, Китая, Беларуси.

О научном обеспечении кормопроизводства России, успехах и вызовах, имеющихся в настоящее время, доложили В.М. Косолапов — академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, руководитель секции растениеводства, защиты и биотехнологии растений Отделения сельскохозяйственных наук РАН, научный руководитель ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» и В.И. Чернявских — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заместитель директора по научной работе ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса».

М.С. Чекусов, кандидат технических наук, доцент, почетный работник АПК РФ, директор ФГБНУ «Омский аграрный научный центр» — крупнейшего научного центра Сибири, рассказал о развитии кормопроизводства, селекции и семеноводства Сибири и высказал пожелание более тесного сотрудничества с ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса».

Ю.В. Чесноков, доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, директор ФГБНУ «Агрофизический институт», рассказал о современных методах ассоциативного картирования количественных селекционно-значимых признаков у растений.

Доклад А.С. Шпакова, доктора сельскохозяйственных наук, профессора,

члена-корреспондента РАН, главного консультанта ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», был посвящен проблемам и задачам кормопроизводства специализированных животноводческих хозяйств лесной зоны.

Г.Ю. Лаптев, доктор биологических наук, директор ООО «Биотроф», доложил о новейших разработках компании «Биотроф» в области кормовых добавок и рассказал о долголетнем сотрудничестве ООО «Биотроф» с учеными «ВИК им. В.Р. Вильямса».

Е.Р. Клыга, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующая отделом многолетних трав РУП «НПЦ НАН Беларусь по земледелию», доложила о приоритетных направлениях развития травосеяния Республики Беларусь и высказала мнение о возможных совместных научных исследованиях по созданию селекционных сортов люцерны, клевера, злаковых трав для условий Республики Беларусь, а также о возможности использования работ белорусских селекционеров в России.

Представитель промышленного партнера ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» — АО «Апатит», начальник центра инноваций АО «Апатит» Д.В. Демидов, кандидат технических наук, в своем докладе «Многолетние кормовые травы как способ накопления углерода почв на неиспользуемых землях сельскохозяйственного назначения» выразил уверенность в дальнейшем сотрудничестве двух организаций в развитии «углеродного земледелия». Он отметил эффективность использования сортов селекции ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» на карбоновых полигонах АО «Апатит» и внес предложение о создании совместного демонст-

рационного полигона на базе ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» и проведении научного семинара по эффективности использования удобрений под кормовые культуры.

Всероссийская научная конференция с международным участием «Многофункциональное адаптивное кормопроизводство», последовавшая вслед за пленарными докладами, была посвящена фундаментальным и прикладным исследованиям кормовых культур.

Выступили:

— от ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»: О.А. Разин, В.М. Косолапов, В.И. Чернявских, С.И. Костенко — кандидат сельскохозяйственных наук, руководитель селекцентра; аспирант А.О. Румянцев; И.А. Трофимов — доктор географических наук, заведующий лабораторией; Л.С. Трофимова — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент; Е.П. Яковлева — старший научный сотрудник; В.Т. Воловик — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник; Т.В. Прологова — кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник; С.Е. Сергеева — кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник;

— от Ярославского НИИЖК — филиала ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»: А.В. Коновалов, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, директор; А.А. Алексеев, старший научный сотрудник;

— от Калининградского НИИСХ — филиала ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»: А.Г. Краснопёров, доктор сельскохозяйственных наук, заместитель директора по научной работе;

— Е.О. Крупин — доктор ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник ТатНИИСХ — обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН;

— Е.В. Туаева — доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста;

— Н.И. Касаткина — доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник; Ж.С. Нелюбина — доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник (УдмФИЦ УрО РАН);

— С.В. Брагинец — доктор технических наук, ведущий научный сотрудник ФГБНУ «АНЦ «Донской»;

— Е.В. Власова — кандидат биологических наук, заведующая лабораторией; Ю.В. Горбунова — кандидат биологических наук, младший научный сотрудник (ФГБНУ ФНЦ Садоводства);

— И.Н. Перчук — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник; Т.Г. Александрова — научный сотрудник (ФГБНУ ФИЦ ВИР);

— С.В. Сапрыкин — кандидат сельскохозяйственных наук, директор; Н.В. Сапрыкина — кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник; О.Н. Любцева — старший научный сотрудник (Воронежская опытная станция по многолетним травам — филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»);

— Hui Jin, PhD, Sino-Russian Agricultural S&T Cooperation Center of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences.

В вышеуказанных и других докладах был рассмотрен широкий круг вопросов по селекции и семеноводству люцерны в России, основным направлениям деятельности селекционно-семеноводческого центра ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильям-

са», новым научным и практическим результатам изучения естественных кормовых ресурсов России, применению ферментно-микробиологических препаратов при производстве сilage, значению минеральных удобрений при возделывании бобово-злаковой смеси на польдерных землях, состоянию и перспективам рапсосеяния в лесной зоне, биобезопасности кормов из засухоустойчивых кормовых культур, эффективности использования витамина Е в составе рационов для новотельных коров, семенной продуктивности люцерны изменчивой в зависимости от приемов посева в Среднем Предуралье, новым перспективным технологиям переработки урожая зерновых ранних фаз спелости в кормовые добавки для аквакультуры, трудности установления роли генотипа по результатам оценки содержания сырого протеина в вегетативной массе *Vicia villosa* Roth, оценке сортообразцов лядвенца рогатого (*Lotus corniculatus* L.) в конкурсном сортоиспытании в условиях степи Центрально-Черноземного региона и др.

В докладах китайских ученых: Sun Xia (Northeast Institute of Geography and Agroecology, CAS), Sun Wei (professor, Northeast normal university, Institute of grassland science), Fang Xiuyu (Northeast Agricultural University, Animal Nutrition and Feed Science), Gao Feng (Northeast Institute of Geography and Agroecology, CAS), Chi Zi-Han (Northeast Agricultural University, Animal Nutrition and Feed Science), Shi Bao-Ming (Northeast Agricultural University, Animal Nutrition and Feed Science) рассмотрены вопросы генетических особенностей кормовых культур, использования кормов и их по-

лучения в различных условиях, результаты исследований создания системы ферментации кукурузного глютена и ее влияния на рост поросят-отъемышей, а также механизм ее действия, дан обзор исследований функциональных штаммов микроорганизмов и ферментированных кормов.

Круглый стол «Актуальные вопросы приготовления качественных объемистых кормов» вызвал особый интерес ученых и производственников, занимающихся приготовлением кормов, их сохранностью, безопасностью в процессе использования и эффективностью при скармливании. Круглый стол собрал ведущих ученых и производственников — специалистов в кормоприготовлении и кормлении животных. С докладами и сообщениями выступили: В.М. Косолапов, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, научный руководитель ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»; В.П. Клименко, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, руководитель Испытательного центра по оценке качества и стандартизации кормов, ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», Н.Р. Шарапова — руководитель проектов по животноводству центра инноваций дирекции по маркетингу и развитию, АО «Апатит»; И.В. Гусаров — кандидат биологических наук, заведующий отделом кормов и кормления сельскохозяйственных животных СЗНИИМЛПХ им. А.С. Емельянова ОП ФГБУН ВолНЦ РАН; Н.Н. Кучин — доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных, профессор ГБОУ ВО «Нижегородский инженерно-экономический уни-

верситет»; А.С. Кайнов — генеральный директор, ООО «АСК ГРУПП»; М.В. Безсонов — ведущий менеджер по продажам препаратов КРС, ООО ПО «Сиббиофарм»; А.С. Абрамян — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ведущий научный сотрудник ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»; Е.А. Йылдырым — доктор биологических наук, главный биотехнолог молекулярно-генетической лаборатории ООО «Биотроф»; А.А. Алексеев — старший научный сотрудник, заведующий отделом технологий животноводства Ярославского НИИЖК – филиала ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»; В.М. Дуборезов — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста; С.А. Отрошко — кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией механизации ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса».

Были рассмотрены вопросы коммерциализации научных разработок в области приготовления и использования кормов животными, доложены результаты исследований по влиянию биологизированных систем питания ФосАгро на сбор урожая и качество растительной массы из люцерны и заготовленных из нее кормов, дана качественная характеристика кормов в Вологодской области урожая 2024 г., рассмотрены проблемы получения фуражного зерна и пути их разрешения. Показан опыт приготовления гранулированной травяной муки в Ульяновской области.

Представитель ПО Сиббиофарм М.В. Безсонов подробно осветил инновации приготовления качественных объемистых кормов, используемые в компании. Особое внимание было уделено со-

временным основам получения безопасных и качественных кормов, новым результатам исследований аэробной стабильности ферментируемых кормов, получению корма из кукурузы для различных производственных групп скота, а так же современным способам и устройствам для внесения консервантов в сило-сумую массу кормовых трав.

Окончился круглый стол заседанием ТК-130 под председательством академика В.М. Косолапова. Был заслушан отчет ответственного секретаря — кандидата сельскохозяйственных наук Х.К. Худяковой о работе ТК-130 за предыдущий год, планы работ на 2026 г., предложения о расширении состава технического комитета за счет принятия новых членов.

Ученых, только начинающих научную карьеру, объединила школа молодых ученых «Инновационные технологии кормопроизводства». Сделано более 22 докладов, в которых доложены результаты научной деятельности нового поколения исследователей: рассмотрены вопросы современных методов исследований, обработки полученных данных, генетики, физиологии, селекции, микробиологии, экологии и рационального природопользования; селекция люцерны изменчивой; возможность использования SRAP и iPBS молекулярных маркеров для идентификации анонимных образцов лядвенца рогатого; изучение влияния и конкурентной способности клубеньковых бактерий люцерны изменчивой сорта Агния; морфометрическая характеристика и популяционная изменчивость генеративных особей *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soo; создание гибридных комбинаций ярового рапса на основе гаплоидных линий и др.



В постерной сессии были представлены более 40 докладов ученых из 12 регионов России и Республики Узбекистан.

Конгресс проводился с целью обобщения международного опыта в области кормопроизводства. Были представлены результаты научных исследований, направленные на решение ряда вопросов в области кормопроизводства и сельского хозяйства в целом.

Обсуждались основные направления развития кормопроизводства в России и в мире, его экономических составляющих.

Освещались методологические и методические вопросы новых научных и практических результатов в области кормопроизводства.

Решались вопросы восстановления координационной работы научных и образовательных организаций, налаживания и укрепления международных связей.

Рассматривались проблемы формирования системы научных взглядов молодых ученых. Были затронуты вопросы повышения престижа ученых и популяризации научных знаний.

*Доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
заместитель директора по научной работе ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»
В.И. Чернявских*

УДК 633. 2.031

DOI: 10.33814/АФР-2222-5366-2025-2-15-20

ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ ИЗВЕСТКОВАНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ СЕЯНОГО ТРАВОСТОЯ В УСЛОВИЯХ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

Е.Г. Седова, кандидат сельскохозяйственных наук

В.А. Чуйков, кандидат сельскохозяйственных наук

Е.Е. Проворная, кандидат сельскохозяйственных наук

Д.М. Тебердиев, доктор сельскохозяйственных наук

ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»

141055, Россия, Московская область, г. Лобня, ул. Научный городок, корп. 1

vik_lugovod@bk.ru

AFTEREFFECT OF LIMING ON THE YIELD OF SEDED GRASS STAND IN CONDITIONS OF SOD-PODZOLIC SOIL

Е.Г. Седова, Candidate of Agricultural Sciences

В.А. Чуйков, Candidate of Agricultural Sciences

Е.Е. Проворная, Candidate of Agricultural Sciences

Д.М. Тебердиев, Doctor of Agricultural Sciences

Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology

141055, Russia, Moscow region, Lobnya, Nauchnyi gorodok str., k. 1

vik_lugovod@bk.ru

Представлены результаты долговременного агрохимического эксперимента, заложенного в 1935 г. на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. Цель исследования заключалась в оценке последействия различных доз извести на агрохимические показатели и продуктивность сеяного травостоя в условиях сенокосного использования при дифференцированном применении удобрений. Учет урожайности проводился дважды в течение вегетационного периода на делянках площадью 10 м², данные охватывают период 1994–2024 гг. В рамках исследования установлено, что последействие известкования в дозах 36–60 т/га CaCO₃ обеспечивает оптимальные условия для формирования устойчивого уровня урожайности многокомпонентного злакового травостоя при снижении кислотности почвы и одновременном улучшении ее агрохимического состояния. Эффективность применения извести сохраняется спустя более восьми десятилетий, что указывает на необходимость учета остаточного действия мелиорантов в долгосрочном агроэкологическом планировании.

Ключевые слова: известкование, последействие, сенокос, травостоя, кислотность почвы, минеральные удобрения.

The article presents the results of a long-term agrochemical experiment laid out in 1935 on sod-podzolic medium loamy soil. The objective of the study was to evaluate the aftereffect of different lime doses on agrochemical parameters and productivity of sown grass stand under conditions of haymaking with differentiated application of fertilizers. The yield was recorded twice during the growing season on 10 m² plots; the data cover the period 1994–2024. The study established that the aftereffect of liming at doses of 36–60 t/ha CaCO₃ provides optimal conditions for the formation of a sustainable yield level of multicomponent cereal grass stand while reducing soil acidity and simultaneously improving its agrochemical condition. The effectiveness of lime application is maintained after more than eight decades, which indicates the need to take into account the residual effect of ameliorants in long-term agroecological planning.

Keywords: liming, aftereffect, haymaking, grass stand, soil acidity, mineral fertilizers.

Введение. Одним из основных компонентов биосфера являются лугопастбищные экосистемы, способные к ежегодному воспроизведству зеленой массы, которая используется как источник биологических материалов для заготовки корма для сельскохозяйственных животных [1–2]. Луговые системы оказывают непосредственное влияние на состояние окружающей среды за счет изменений в структуре почвы, видового состава растительности, накопления корневой массы [3–5]. Основная задача использования луговых угодий — производство достаточного количества качественного корма для удовлетворения потребности животноводства [6–7]. Решение этой задачи связано с применением научно обоснованных систем использования кормовых угодий, интенсивных комплексов производства кормов [8–9]. Повышение эффективности использования сено-косных угодий в условиях кислых дерново-подзолистых почв остается актуальной задачей в системе экологически устойчивого земледелия. Одним из базовых факторов, определяющих уровень продуктивности многолетних трав, является кислотность почвенного раствора, от которой напрямую зависит доступность элементов

минерального питания и активность микробиологических процессов [10]. Исторически практика известкования рассматривалась как приоритетная мера химической мелиорации кислых почв, однако значительная часть работ посвящена анализу кратко- и среднесрочного эффекта внесения извести, тогда как долговременное последействие, сохраняющееся на протяжении нескольких десятилетий, изучено в меньшей степени. В этой связи особую научную ценность представляют результаты долговременных стационарных опытов, позволяющих количественно оценить эффективность однократного внесения мелиорантов через несколько поколений травостоев и на различных агрофонах.

Материалы и методы исследований. Полевой стационарный опыт заложен в 1935 г. на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве, характеризующейся в исходном состоянии следующими показателями: содержание гумуса — 1,5%, pH_{сол} — 4,1, подвижного фосфора (по Чирикову) — 50 мг/кг, обменного калия — 60 мг/кг, общего азота — 0,14%.

Для создания градиента кислотности были внесены дозы извести (CaCO₃) от 6 до 72 т/га, после чего участок был засеян

шестикомпонентной травосмесью: тимофеевка луговая (*Phleum pratense*), овсяница луговая (*Festuca pratensis*), райграc многолетний (*Lolium perenne*), лисохвост луговой (*Alopecurus pratensis*), мятлик луговой (*Poa pratensis*), полевица тонкая (*Agrostis tenuis*).

Экспериментальная схема включала три учетных блока:

1. Сенокос без внесения минеральных удобрений;

2. Сенокос с ежегодным внесением $N_{120}P_{60}K_{90}$;

3. Заповедный участок (без скашивания и без удобрений; данные не приведены в этой статье).

Учет урожайности проводился дважды в течение вегетационного периода на делянках площадью 10 м², данные охватывают период 1994–2024 гг. Результаты усреднены за весь интервал наблюдений (рисунок).

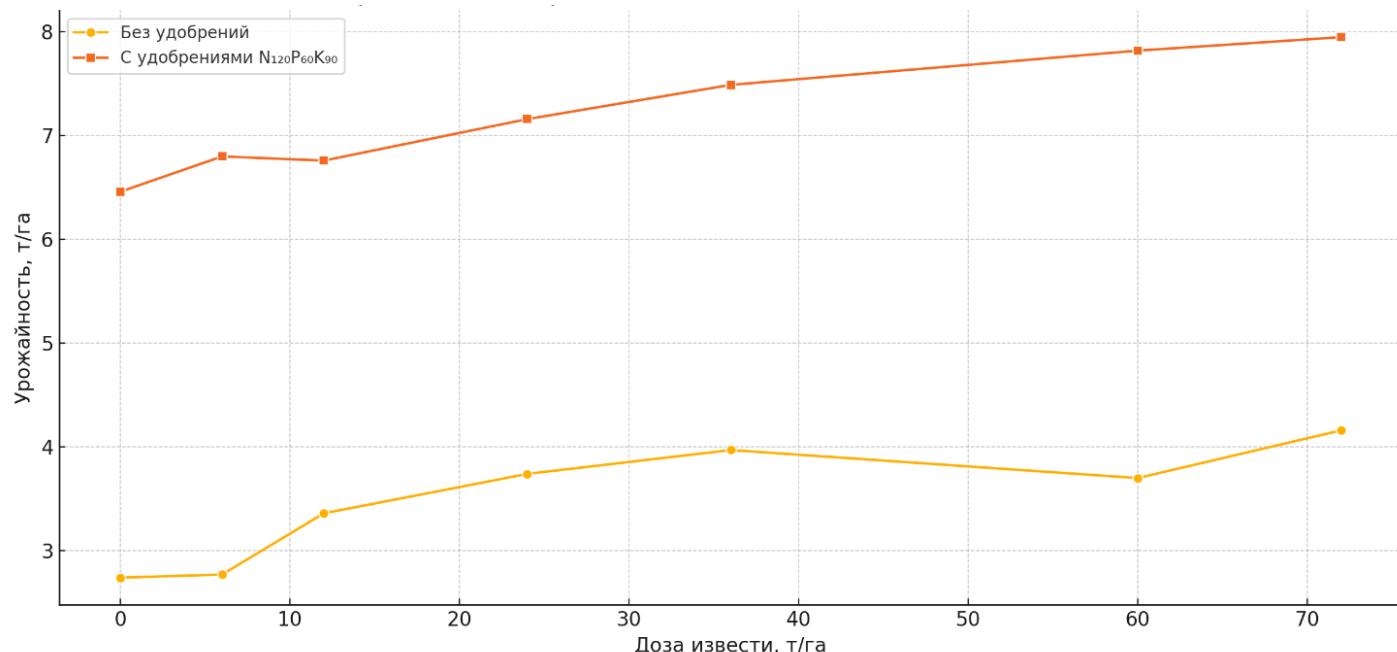


Рисунок. Урожайность травостоя в зависимости от дозы извести

Результаты и обсуждение.

Изменение кислотности почвы под влиянием известкования.

Анализ данных более чем за 80-летний период показал, что известкование оказывает стабильное влияние на уровень кислотности почвенного раствора. При дозе извести 36 т/га значение pH возросло до 4,7, а при дозе 60 т/га — до 6,1, что указывает на долговременный эффект ней-

трализации кислотности, обусловленный устойчивостью карбонатного буфера и стабилизацией агрохимического режима.

Урожайность травостоя без удобрений.

На фоне отсутствия минерального питания урожайность сеяного травостоя демонстрировала значительную зависимость от уровня pH, достигнутого вследствие известкования. При дозе 0 т/га урожай-

ность составила 2,74 т/га, при 36 т/га — 3,97 т/га, а при 72 т/га — 4,16 т/га. Максимальная прибавка по отношению к контролю достигала 52%, что свидетельствует о критической роли кислотности как лимитирующего фактора продукционного потенциала травостоя.

Урожайность при минеральном фоне $N_{120}P_{60}K_{90}$.

На фоне полноценного минерального питания наблюдался более высокий абсолютный уровень урожайности, однако эффект известкования был выражен в меньшей степени. При нулевой дозе извести урожайность составляла 6,46 т/га, а при дозе 72 т/га — 7,95 т/га, что соответствует приросту на 23%. Это указывает на синергетический эффект между агрохимической мелиорацией и удобрительным фоном, особенно в условиях повышенной кислотности исходной почвы.

Максимальные показатели урожайности наблюдались при дозах извести 36–60 т/га, но при рекомендации данных значений, как ориентировочных при разработке программ химической мелиора-

ции сенокосных угодий на дерново-подзолистых почвах, следует учитывать, что большие дозы извести были применены в целях проведения научного опыта. Превышение дозировки не обеспечивало существенного прироста урожайности, что требует дальнейшего уточнения с учетом экономической эффективности.

Выводы.

1. Известкование оказывает долговременное последействие, сохраняющееся в течение более чем 80 лет после однократного внесения $CaCO_3$.

2. Повышение рН почвы с 4,2 до 6,1 сопровождалось устойчивым ростом урожайности травостоя как на фоне без удобрений, так и при использовании $N_{120}P_{60}K_{90}$.

3. Максимальный продукционный эффект отмечен при дозах извести 36–60 т/га.

Результаты исследований подчеркивают необходимость учета остаточного действия мелиорантов в моделировании агроценозов и разработке программ устойчивого сенокосного землепользования.

Литература

1. Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Травяные экосистемы в агроландшафтах Мичуринского округа Среднерусской провинции лесостепной зоны Центрального Черноземья России // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. трудов, вып. 24(72). – М., 2020. – С. 49–53.
2. Смелов С.П., Якушев Д.В., Татаринова Т.К. Биологические основы интенсивного луговодства // Кормопроизводство : сб. науч. работ, вып. 9. – М. : Колос, 1974. – С. 44–55.
3. Последействие длительного использования систем удобрения на показатели плодородия почвы / Т.Ю. Бортник, К.С. Клековкин., А.Ю. Карпова, А.С. Башков // Плодородие. – 2022. – № 3. – С. 42–45.
4. Влияние удобрений на агрохимические показатели плодородия почвы и продуктивность севооборота / Л.И. Петрова, Ю.И. Митрофанов, М.В. Гуляев, Н.К. Первушина // Плодородие. – 2021. – № 5. – С. 8–11.

5. Динамика содержания питательных веществ в дерново-подзолистых почвах в длительных полевых опытах / С.А. Шафран, А.А. Ермаков, А.И. Семенова, Т.А. Яковлева // Плодородие. – 2020. – № 4(115). – С. 7–9.
6. Запивалов С.А. Многовариантные системы ведения долголетних сенокосов в Центральном районе Нечерноземной зоны России // Кормопроизводство. – 2021. – № 8. – С. 21–25.
7. Тебердиев Д.М., Кулаков В.А., Привалова К.Н. Научные основы ресурсосберегающих технологий создания культурных пастбищ // Адаптивное кормопроизводство: проблемы и решения. – М. : Росинформагротех. – 2002. – С. 67–81.
8. Трофимова Л.С., Кулаков В.А. Современное экспериментальное обоснование развития дернового процесса на лугах // Кормопроизводство. – 2003. – № 11. – С. 11–14.
9. Привалова К.Н. Баланс основных элементов питания в многовариантных пастбищных агрокосистемах с долголетними фитоценозами // Кормопроизводство. – 2023. – № S11. – С. 17–20.
10. Минеральные элементы в кормах и методы их анализа / В.М. Косолапов, В.А. Чуйков, Х.К. Худякова, В.Г. Косолапова. – М., 2019. – 271 с.

References

1. Trofimov I.A., Trofimova L.S., Yakovleva E.P. Travyanyye ekosistemy v agrolandshaftakh Michurinskogo okruga Srednerusskoy provintsii lesostepnoy zony Tsentral'nogo Chernozem'ya Rossii [Grass ecosystems in agrolandscapes of the Michurinsky district of the Central Russian province of the forest-steppe zone of the Central Black Earth Region of Russia]. *Mnogofunktional'noye adaptivnoye kormoprovodstvo : sb. nauch. trudov, vyp. 24(72)* [Multifunctional adaptive forage production: collection of scientific papers, issue 24(72)]. Moscow, 2020, pp. 49–53.
2. Smelov S.P., Yakushev D.V., Tatarinova T.K. Biologicheskiye osnovy intensivnogo lugovodstva [Biological foundations of intensive meadow farming]. *Kormoprovodstvo : sb. nauch. rabot, vyp. 9* [Forage production: collection of scientific works, issue 9]. Moscow, Kolos Publ., 1974, pp. 44–55.
3. Bortnik T.Yu., Klekovkin K.S., Karpova A.Yu., Bashkov A.S. Posledeystviye dlitel'nogo ispol'zovaniya sistem udobreniya na pokazateli plodorodiya pochvy [Aftereffect of long-term use of fertilization systems on soil fertility indicators]. *Plodorodiye* [Fertility], 2022, no. 3, pp. 42–45.
4. Petrova L.I., Mitrofanov Yu.I., Gulyaev M.V., Pervushina N.K. Vliyaniye udobreniy na agrokhimicheskiye pokazateli plodorodiya pochvy i produktivnost' sevooborota [The influence of fertilizers on agrochemical indicators of soil fertility and crop rotation productivity]. *Plodorodiye* [Fertility], 2021, no. 5, pp. 8–11.
5. Shafran S.A., Ermakov A.A., Semenova A.I., Yakovleva T.A. Dinamika soderzhaniya pitatel'nykh veshchestv v dernovo-podzolistykh pochvakh v dlitel'nykh polevykh optyakh [Dynamics of nutrient content in sod-podzolic soils in long-term field experiments]. *Plodorodiye* [Fertility], 2020, no. 4(115), pp. 7–9.
6. Zapivalov S.A. Mnogovariantnyye sistemy vedeniya dolgoletnikh senokosov v Tsentral'nom rayone Nечernozemnoy zony Rossii [Multivariant systems of long-term hayfields management in the Central region of the Non-Chernozem zone of Russia]. *Kormoprovodstvo* [Forage production], 2021, no. 8, pp. 21–25.
7. Teberdiev D.M., Kulakov V.A., Privalova K.N. Nauchnyye osnovy resursosberegayushchikh tekhnologiy sozdaniya kul'turnykh pastbishch [Scientific foundations of resource-saving technologies for creating cultivated pastures]. *Adaptivnoye kormoprovodstvo: problemy i resheniya* [Adaptive forage production: problems and solutions]. Moscow, Rosinformagrotech Publ., 2002, pp. 67–81.

8. Trofimova L.S., Kulakov V.A. Sovremennoye eksperimental'noye obosnovaniye razvitiya dernovogo protsessa na lugakh [Modern experimental substantiation of the development of the sod process in meadows]. *Kormoproizvodstvo [Forage production]*, 2003, no. 11, pp. 11–14.
9. Privalova K.N. Balans osnovnykh elementov pitaniya v mnogovariantnykh pastbishchnykh agroekosistemakh s dolgoletnimi fitotsenozami [Balance of the main nutritional elements in multivariate pasture agroecosystems with long-term phytocenoses]. *Kormoproizvodstvo [Forage production]*, 2023, no. S11, pp. 17–20.
10. Kosolapov V.M., Chuykov V.A., Khudyakova Kh.K., Kosolapova V.G. Mineral'nyye elementy v kormakh i metody ikh analiza [Mineral elements in feed and methods of their analysis]. Moscow, 2019, 271 p.

УДК 631.51:631.8:632.51
 DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2025-2-21-28

**ПРОДУКТИВНОСТЬ МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ ТРАВ
 В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РЕЖИМА ОРОШЕНИЯ И УДОБРЕНИЙ
 НА НАУЧНОМ ПОЛЕ ВНИИ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

А.И. Беленков¹, доктор сельскохозяйственных наук
Е.И. Молоканцева², кандидат сельскохозяйственных наук
О.А. Васильева¹, научный сотрудник

¹*ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»
 141055, Россия, Московская область, г. Лобня, ул. Научный городок, корп. 1
belenokaleksis@mail.ru*
²*ФГБНУ ВНИИОЗ, 400002, Россия, г. Волгоград, ул. им. Тимирязева, 9
elena.molok@yandex.ru*

**PRODUCTIVITY OF PERENNIAL LEGUMES DEPENDING
 ON THE IRRIGATION AND FERTILIZATION REGIME
 IN THE SCIENTIFIC FIELD OF THE ALL-RUSSIAN RESEARCH
 INSTITUTE OF IRRIGATED AGRICULTURE**

A.I. Belenkov¹, Doctor of Agricultural Sciences
E.I. Molokantseva², Candidate of Agricultural Sciences
O.A. Vasilieva¹, Researcher

¹*Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology
 141055, Russia, Moscow region, Lobnya, Nauchnyi gorodok str. k. 1
belenokaleksis@mail.ru*
²*All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture
 400002, Russia, Volgograd, str. named after Timiryazev, 9
elena.molok@yandex.ru*

Представлены исследования элементов технологии возделывания многолетних бобовых трав на научном поле Всероссийского НИИ орошаемого земледелия (г. Волгоград). Изучались режим орошения, система удобрения, разнообразие многолетних бобовых трав. Наиболее рациональным представляется режим орошения — поддержание предполивного порога влажности в слое 0,7 м не ниже 80% НВ (наименьшей влагоемкости) в течение вегетации. В лучшую сторону выделялся вариант внесения минеральных удобрений NPK₂, дозы удобрений, рассчитанной на получение 32 т/га — в первый, 80 — во второй, 70 — в третий и 60 т/га зеленой массы — в четвертый год жизни травостоев. Наибольшую урожайность сформировали, в зависимости от уровня предполивной влажности почвы, люцерна пестрогибридная (*Medicago varia*) и эспарцет виколистный (*Onobrychis vicifolia*), а также эспарцет закавказский (*Onobrychis transcaucasica*). Наименьшую — люцерна желтая (*Medicago falcata*) и лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus*).

Ключевые слова: полевой опыт, многолетние травы, режим орошения, удобрения, урожайность, водопотребление, питательная ценность.

The article presents studies of elements of perennial legume cultivation technology in the scientific field of All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture (Volgograd). The irrigation regime, fertilization system, and diversity of perennial legumes were studied. The most rational irrigation regime seems to be maintaining the pre-irrigation moisture threshold in the 0.7 m layer at no less than 80% of the LMC (lowest moisture capacity) during the growing season. The best option was the application of mineral fertilizers NPK_2 , the fertilizer dose calculated to obtain 32 t/ha in the first, 80 in the second, 70 in the third and 60 t/ha of green mass in the fourth year of life grass stands. Depending on the level of pre-irrigation soil moisture, the highest yield was formed by variegated alfalfa (*Medicago varia*) and sainfoin (*Onobrychis viciifolia* and *Onobrychis transcaucasica*). The lowest — by yellow alfalfa (*Medicago falcata*) and birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*).

Keywords: field experiment, perennial grasses, irrigation regime, fertilizers, yield, water consumption, nutritional value.

Многолетние кормовые культуры, прежде всего бобовые, позволяют решить проблему производства сбалансированных по протеину кормов, обеспечивая сохранение почвенного плодородия, повышение экологической безопасности и устойчивости растениеводства [1; 2].

В Волгоградской области, где ведение сельскохозяйственного производства осуществляется в сложных почвенно-климатических условиях, связанных с чрезвычайной пестротой почвенного покрова, а также подверженностью почв засолению, водной эрозии и дефляции, наибольшую актуальность приобретает дальнейшее восстановление орошаемых почв для повышения их агроэкологической комфортности [3; 4]. Стабильность и устойчивость кормовой базы в условиях засушливой степи Волгоградской области зависит от адаптивных свойств видов и сортов многолетних трав, их реакции на стрессовые погодные условия, способов основной обработки почвы под многолетние травы, а также других факторов [5; 6].

Многолетние травы имеют фундаментальное значение в сельском хозяйстве, сохраняя и повышая устойчивость агросфера и биосфера. Кормовые травы

при полевом травосеянии высеваются для обеспечения животных кормами и восстановления структуры почвы. Также многолетние посевные травы — это хорошие предшественники под сельскохозяйственные культуры [7; 8; 9]. Они составляют основу кормовой базы животноводства, служат главным источником растительного белка. Многолетние бобовые травы улучшают структуру и азотный режим почвы, являются хорошими предшественниками для зерновых и овощных культур, отличаются высокой продуктивностью и прекрасными кормовыми достоинствами. Обладая высокой интенсивностью отрастания после укоса, они хорошо отзываются на орошение и удобрение, в течение теплого периода формируют до трех и более полноценных укосов.

Наши исследования проводились в 2023 г. на научном поле Всероссийского НИИ орошаемого земледелия, расположенного рядом с научно-исследовательским институтом в г. Волгограде.

Цель исследований — изучить элементы технологии возделывания многолетних бобовых трав в условиях орошения.

Материалы и условия проведения исследований. Решение поставленной

цели осуществляли на посевах третьего года жизни в трехфакторном полевом опыте, заложенном по следующей схеме [10].

Фактор A — режим орошения многолетних бобовых культур: поддержание в течение всей вегетации предполивного порога влажности в активном ($h = 0,7$ м) слое почвы не ниже: 1) 60% НВ (контроль); 2) 70% НВ; 3) 80% НВ.

Фактор B — фон питания: 1) без удобрений (контроль); 2) NPK_1 , доза удобрений, рассчитанная на получение урожая зеленой массы на уровне 24 т/га в первый год жизни, 60 — во второй, 50 — в третий и 40 т/га — в четвертый; 3) NPK_2 , доза удобрений, рассчитанная на получение 32 т/га зеленой массы в первый год жизни, 80 — во второй, 70 — в третий и 60 т/га — в четвертый.

Фактор C — видовой состав многолетних бобовых культур: 1) люцерна синегибридная (контроль); 2) люцерна

желтая; 3) люцерна пестрогибридная; 4) лядвенец рогатый; 5) эспарцет песчаный; 6) эспарцет виколистный; 7) эспарцет закавказский.

По метеоусловиям 2023 г. складывался неоднозначно. С третьей декады марта происходило постепенное нарастание температуры воздуха до 10,3 °C, в апреле температура воздуха составила 12,1 °C, количество выпавших осадков — 22,7 мм. В мае установилась теплая погода со среднемесячной температурой 17,4 °C. В первой и второй декадах выпадали дожди, количество осадков составило 25,8 мм. Среднемесячная температура воздуха в июне, июле и августе равнялась 22,0–26,3 °C, в отдельные дни температурный максимум достигал 35–39 °C. В июне и июле количество осадков составило 28,8 и 35,6 мм (80 и 107,9% от среднемноголетних показателей), в августе выпало всего лишь 5,9 мм, или 19% от нормы (табл. 1).

1. Метеоусловия вегетационного периода многолетних бобовых трав, 2023 г.

Месяц	Температура воздуха, °C			Относительная влажность воздуха, %			Осадки, мм	
	средне-месячная	max	средне-многолетняя	средне-месячная	min	средне-многолетняя	за месяц	средне-много-летние
Март	6,9	20,0	-1,4	61	41	83	2,3	29
Апрель	12,1	25,0	10,0	52	26	60	22,7	23
Май	17,4	30,7	17,0	52	27	53	25,8	33
Июнь	22,0	32,0	21,0	44	27	53	28,8	36
Июль	24,7	38,0	23,4	47	23	51	35,6	33
Август	26,3	38,8	22,0	37	20	51	5,9	31
Сумма за март–август	3228	—	2864	—	—	—	121,1	156

Следовательно, вегетационный период 2023 г. можно рассматривать как за-

сушливый, поскольку отмечались относительно высокая температура воздуха и

количество осадков на 22,4% ниже среднемноголетних значений.

Результаты исследований. В 2023 г. в период формирования первого укоса травостой на вариантах с поддержанием

60%- и 70%-ного предполивного порога влажности почвы поливали один раз; в третьей декаде мая, на варианте с 80%-ным предполивным порогом дважды — во второй и третьей декадах мая (табл. 2).

2. Структура суммарного водопотребления многолетних бобовых трав, 2023 г.

Год жизни травостоя	Предполивной порог влажности почвы, % НВ	Оросительная норма		Осадки		Использовано запасов почвенной влаги		Суммарное водопотребление, м ³ /га
		м ³ /га	%	м ³ /га	%	м ³ /га	%	
3-й	60	3250	67,5	1211	25,1	357	7,4	4818
	70	3650	70,4	1211	23,3	328	6,3	5189
	80	4100	73,3	1211	21,7	280	5,0	5591
4-й	60	3200	67,0	1211	25,3	367	7,7	4778
	70	3700	70,5	1211	23,1	338	6,4	5249
	80	4100	74,1	1211	21,9	222	4,0	5533

В этих условиях влажность почвы в слое 0,7 м поддерживалась на заданном уровне вегетационными поливами. Травостои в варианте с 60%-ным предполивным порогом влажности почвы поливали 2 раза поливной нормой 350 м³/га с интервалом между поливами 2–3 дня. На варианте водного режима 70% НВ под второй и третий укосы было проведено по 3 полива нормой 550 м³/га (300 + 250), 80% НВ — 4 полива — во втором укосе и 3 — в третьем, нормой 450 м³/га. Суммарное водопотребление травостоев разных лет жизни изменялось по вариантам водного режима и составило 4778–4818 м³/га в варианте с 60%-ным предполивным порогом влажности, 5189–5249 — с 70%-ным порогом и 5533–5591 м³/га при предполивной влажности до 80% НВ. В структуре суммарного во-

допотребления доля оросительной воды по вариантам водного режима равнялась 67,0–74,1%, осадков — 21,7–25,3, запасов почвенной влаги — 4,0–7,7%.

Максимальная урожайность многолетних бобовых трав третьего года жизни сформировалась при поддержании 80%-ного предполивного порога влажности в сочетании с внесением NPK₂ (табл. 3).

По отдельным травам наибольшую урожайность сформировали в зависимости от уровня предполивной влажности почвы люцерна пестрогибридная и эспарцет виколистный, а также эспарцет закавказский. Наименьшую — люцерна желтая и лядвенец рогатый. Данное положение подтверждено расчетами статистической оценки данных по урожайности.

3. Урожайность зеленой массы многолетних трав третьего года жизни, 2023 г.

Культура	Фон питания	Урожайность зеленой массы, т/га		
		60% НВ	70% НВ	80% НВ
Люцерна синегибридная	Без удобрений	40,00	44,36	49,36
	NPK ₁	54,00	57,72	62,40
	NPK ₂	67,84	72,44	77,92
Люцерна желтая	Без удобрений	32,20	34,56	38,60
	NPK ₁	45,00	47,60	49,16
	NPK ₂	51,80	54,00	57,44
Люцерна пестрогибридная	Без удобрений	46,00	52,28	56,44
	NPK ₁	57,76	63,32	68,72
	NPK ₂	72,80	77,44	84,92
Лядвенец рогатый	Без удобрений	37,80	42,28	45,80
	NPK ₁	47,76	50,12	53,44
	NPK ₂	60,40	63,12	65,20
Эспарцет виколистный	Без удобрений	48,60	54,80	59,48
	NPK ₁	57,72	61,08	66,64
	NPK ₂	66,80	70,88	73,92
Эспарцет песчаный	Без удобрений	42,76	47,04	51,32
	NPK ₁	50,60	54,24	58,68
	NPK ₂	65,48	70,88	74,40
Эспарцет закавказский	Без удобрений	44,20	48,00	53,00
	NPK ₁	54,32	60,84	67,28
	NPK ₂	70,12	75,00	79,16

HCP₀₅: фактор А – 1,58, фактор В – 1,58, фактор С – 2,41

Улучшение условий повышало качество корма бобовых трав. Наибольшее количество переваримого протеина содержала биомасса люцерны синегибридной и пестрогибридной — 110–116 г/кг, наименьшее — лядвенца рогатого и эспарцета виколистного — 95–108 г/кг (табл. 4).

Наиболее питательным кормом оказалась биомасса лядвенца рогатого (0,73–0,74 корм. ед.), менее — люцерна пестрогибридная и эспарцет песчаный (0,57–0,60 корм. ед.).

Травы третьего года жизни в целом отличались достаточно высоким содержанием обменной энергии — 9,47–10,41 МДж в 1 кг сухой биомассы. Лидировали люцерна желтая и лядвенец рогатый, наименьшим содержанием отличались люцерна пестрогибридная и эспарцет песчаный. Суммарный выход питательных веществ с урожаем составил 11,1–12,7 тысяч кормовых единиц, 1,8–2,5 т переваримого протеина и 170–213 ГДж обменной энергии.

4. Питательность сухой массы бобовых трав третьего года жизни, 2023 г.

Культура	Фон питания	Переваримый протеин, г	Кормовые единицы	ОЭ, МДж
Люцерна синегибридная	Без удобрений	110	0,60	9,88
	NPK ₂	116	0,61	10,03
Люцерна пестрогибридная	Без удобрений	112	0,57	9,62
	NPK ₂	115	0,59	9,92
Люцерна желтая	Без удобрений	105	0,61	9,98
	NPK ₂	112	0,63	10,15
Лядвенец рогатый	Без удобрений	95	0,73	10,22
	NPK ₂	108	0,74	10,41
Эспарцет песчаный	Без удобрений	103	0,59	9,58
	NPK ₂	107	0,61	9,89
Эспарцет закавказский	Без удобрений	101	0,58	9,47
	NPK ₂	104	0,62	9,97
Эспарцет виколистный	Без удобрений	98	0,60	9,75
	NPK ₂	107	0,62	9,97

Выводы. Более рациональным представляется режим орошения — поддержание предполивного порога влажности в слое 0,7 м не ниже 80% НВ в течение вегетации. В наилучшую сторону выделялся вариант внесения минеральных удобрений NPK₂, дозы удобрений, рас-

считанной на получение 32 т/га — в первый, 80 — во второй, 70 — в третий и 60 т/га зеленой массы — в четвертый год жизни. Из перечня видов многолетних трав следует выделить люцерну пестрогибридную, эспарцет виколистный и эспарцет закавказский.

Литература

1. Дронова Т.Н., Бурцева Н.И. К вопросу о роли многолетних трав в сохранении плодородия почв // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – № 2 (42). – С. 63–72.
2. Сравнительная оценка продуктивности многолетних трав в условиях засушливой степи / И.В. Киричкова, А.И. Беленков, А.С. Межевова, А.В. Мелихов // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 9. – С. 62–66.
3. Ширяев В.М. Хозяйственно-биологические особенности новых сортов многолетних трав // Кормопроизводство. – 2017. – № 12. – С. 24–27.
4. Косолапов В.М., Чернявских В.И. Достижения ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» в изучении кормовых растений // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2023. – № 1. – С. 34–38.

5. Косолапов В.М., Чернявских В.И., Костенко С.И. Развитие современной селекции и семеноводства кормовых культур в России // Вавиловский журнал: генетика и селекция. – 2021. – Т. 25, № 4. – С. 401–407.
6. Лукашов В.В., Исаков А.Н. Эффективность использования многолетних трав и однолетних кормовых культур в Калужской области // Кормопроизводство. – 2015. – № 2. – С. 19–22.
7. Сорта кормовых трав как фактор и ресурс инновационного развития регионального кормопроизводства / В.В. Чумакова, В.Ф. Чумаков, М.В. Деревянникова [и др.] // Сельскохозяйственный журнал. – 2022. – № 4 (15). – С. 38–48.
8. Лобачева Т.И. Состояние и направление развития кормовой базы животноводства // Кормопроизводство. – 2017. – № 8. – С. 3–9.
9. Научные основы селекции и семеноводства многолетних трав в Центрально-Черноземном регионе России / С.В. Сапрыкин, В.Н. Золотарев, И.С. Иванов [и др.]. – Воронеж : Воронежская областная типография, 2020. – 496 с.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М. : Альянс, 2014. – С. 69–71.

References

1. Dronova T.N., Burtseva N.I. K voprosu o roli mnogoletnikh trav v sokhranenii plodorodiya pochv [On the role of perennial grasses in maintaining soil fertility]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye* [News of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education], 2016, no. 2 (42), pp. 63–72.
2. Kirichkova I.V., Belenkov A.I., Mezhevova A.S., Melikhov A.V. Sravnitel'naya otsenka produktivnosti mnogoletnikh trav v usloviyakh zasushlivoy stepi [Comparative assessment of the productivity of perennial grasses in arid steppe conditions]. *Uspekhi sovremennoy yestestvoznaniya* [Advances in modern natural science], 2016, no. 9, pp. 62–66.
3. Shiryaev V.M. Khozyaystvenno-biologicheskiye osobennosti novykh sortov mnogoletnikh trav [Economic and biological characteristics of new varieties of perennial grasses]. *Kormoproizvodstvo* [Forage production], 2017, no. 12, pp. 24–27.
4. Kosolapov V.M., Chernyavskikh V.I. Dostizheniya FNTS «Vserossiyskiy Institut Kormov im. V.R. Vil'yamsa» v izuchenii kormovykh rasteniy [Achievements of the Federal Scientific Center "All-Russian Institute of Forage named after V.R. Williams" in the study of forage plants]. *Vestnik rossiyskoy sel'skokhozyaystvennoy nauki* [Bulletin of Russian Agricultural Science], 2023, no. 1, pp. 34–38.
5. Kosolapov V.M., Chernyavskikh V.I., Kostenko S.I. Razvitiye sovremennoy selektsii i semenovodstva kormovykh kul'tur v Rossii [Development of modern selection and seed production of forage crops in Russia]. *Vavilovskiy zhurnal: genetika i selektsiya* [Vavilov Journal: Genetics and Selection], 2021, vol. 25, no. 4, pp. 401–407.
6. Lukashov V.V., Isakov A.N. Effektivnost' ispol'zovaniya mnogoletnikh trav i odnoletnikh kormovykh kul'tur v Kaluzhskoy oblasti [Efficiency of using perennial grasses and annual forage crops in the Kaluga region]. *Kormoproizvodstvo* [Forage production], 2015, no. 2, pp. 19–22.
7. Chumakova V.V., Chumakov V.F., Derevyannikova M.V. et al. Sorta kormovykh trav kak faktor i resurs innovatsionnogo razvitiya regional'nogo kormoproizvodstva [Forage grass varieties as a factor and resource for innovative development of regional forage production. *Sel'skokhozyaystvennyy zhurnal* [Agricultural journal], 2022, no. 4 (15), pp. 38–48.
8. Lobacheva T.I. Sostoyaniye i napravleniye razvitiya kormovoy bazy zhivotnovodstva [State and direction of development of the feed base of animal husbandry]. *Kormoproizvodstvo* [Forage production], 2017, no. 8, pp. 3–9.

9. Saprykin S.V., Zolotarev V.N., Ivanov I.S. et al. Nauchnyye osnovy selektsii i semenovodstva mnogoletnikh trav v Tsentral'no-Chernozemnom regione Rossii [Scientific foundations of selection and seed production of perennial grasses in the Central Black Earth Region of Russia]. Voronezh, Voronezh Regional Printing House, 2020, 496 p.
10. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of field experiment (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow, Al'yans Publ., 2014, pp. 69–71.

УДК 633.321:631.81.3:631.559
DOI: 10.33814/АFP-2222-5366-2025-2-29-39

ВЛИЯНИЕ НЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫМ УДОБРЕНИЕМ И БИООРГАНИЧЕСКИМИ ПРЕПАРАТАМИ СЕМЕННОГО ТРАВОСТОЯ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО НА ПОКАЗАТЕЛИ ЕГО СТРУКТУРЫ, БИОЛОГИЧЕСКУЮ УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕМЯН

Е.В. Попова, кандидат сельскохозяйственных наук
Е.Г. Арзамасова, кандидат сельскохозяйственных наук
И.В. Шихова, младший научный сотрудник

ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока
610007, Россия, г. Киров, ул. Ленина, 166-а
PopovaEV8008@yandex.ru

INFLUENCE OF FOLIAR FEEDING WITH ORGANO-MINERAL FERTILIZERS AND BIOORGANIC PREPARATIONS OF RED CLOVER SEED GRASS STAND ON ITS STRUCTURE INDICATORS, BIOLOGICAL PRODUCTIVITY AND SEED QUALITY

Е.В. Popova, Candidate of Agricultural Sciences
Е.Г. Arzamasova, Candidate of Agricultural Sciences
I.V. Shikhova, Junior Researcher

*Federal Agricultural Scientific Center of North-East
610007, Russia, Kirov, Lenina str., 166-a
PopovaEV8008@yandex.ru*

Представлены результаты изучения влияния некорневой подкормки семенного травостоя клевера лугового тетрапloidного сорта Кудесник жидким органоминеральным удобрением «Agromax Бор-Молибден 4%» производства ООО «Кубань Агро-Ресурс» в дозе 1 л/га, биоорганическими препаратами Милефунг™ «Бор» и «Бор + Молибден» производства фирмы «АгроБиоТех» в дозе 100 мл/га на показатели структуры, биологическую урожайность и качество семян. Использование агроприемов в межфазный период «стеблевание – бутонизация» приводило к достоверному снижению высоты растений на 2,7–14,3 см ($HCP_{05} = 2,6$ см), или 2,8–14,6% ниже контроля (97,8 см), увеличению доли генеративного стеблестоя на 22,6–76,0 шт./ m^2 ($HCP_{05} = 12,4$ шт./ m^2), или 13,9–46,7% выше контроля ($162,7$ шт./ m^2), общего количества соцветий в травостое на 254,6–297,3 шт./ m^2 ($HCP_{05} = 133,0$ шт./ m^2), или 34,7–40,5% выше контроля ($734,7$ шт./ m^2), массовой доли завязавшихся семян в структуре головки на 1,76–8,38% выше контроля (12,63%), что в совокупности увеличило показатель биологической урожайности семян до 3,35–4,93 ц/га (на 1,6–2,64 ц/га, или 46,3–115,3% в сравнении с контролем — 2,29 ц/га). Сравнительная оценка эффективности испытанных препаратов позволила выделить биоорганический препарат Милефунг™ «Бор + Молибден», применение которого позволило наиболее полно реализовать потенциал семенной продуктивности клевера лугового сорта Кудесник.

Ключевые слова: клевер луговой, некорневая подкормка, жидкое органоминеральное удобрение, биоорганический препарат, структура травостоя, биологическая урожайность, качество семян.

The article presents the results of studying the effect of foliar top dressing of meadow clover tetraploid variety Kudesnik with liquid organomineral fertilizer "Agromax Boron-Molybdenum 4%" produced by Kuban Agro-Resource LLC at a dose of 1 l/ha, bioorganic preparations Milefung™ "Boron" and "Boron + Molybdenum" produced by AgroBioTech in a dose of 100 ml/ha for structural parameters, biological yield and seed quality. The use of agricultural techniques in the interphase period of «stem extension stage – bud stage» led to a reliable decrease in plant height by 2.7–14.3 cm ($LSD_{05} = 2.6$ cm) or 2.8–14.6% below the control (97.8 cm), an increase in the proportion of generative stem stand by 22.6–76.0 pcs/m² ($LSD_{05} = 12.4$ pcs/m²) or 13.9–46.7% above the control (162.7 pcs/m²), the total number of inflorescences in the herbage by 254.6–297.3 pcs/m² ($LSD_{05} = 133.0$ pcs/m²) or 34.7–40.5% above the control (734.7 pcs/m²), the mass fraction of set seeds in the head structure by 1.76–8.38% above the control (12.63%), which in total increased the biological yield of seeds to 3.35–4.93 c/ha (by 1.6–2.64 c/ha or 46.3–115.3% compared to the control) (2.29 c/ha). A comparative assessment of the effectiveness of the tested preparations made it possible to single out the bioorganic preparation Milefung™ "Boron + Molybdenum", the use of which made it possible to most fully realize the seed productivity potential of the meadow clover variety Kudesnik.

Keywords: meadow clover, foliar fertilization, liquid organomineral fertilizer, bioorganic preparation, herbage structure, biological yield, seed quality.

Введение. В современном сельскохозяйственном производстве России должны преобладать сорта клевера лугового отечественной селекции, адаптированные к почвенно-климатическим условиям произрастания регионов страны, высокопродуктивные, толерантные или устойчивые к комплексу болезней и вредителей. Поставленная задача может быть решена, как с помощью селекции, так и применением различных агроприемов [1].

Тетрапloidные сорта клевера лугового имеют ряд преимуществ перед диплоидными: отличаются более высокой урожайностью кормовой массы, экологической пластичностью, долголетием и т.д., но по причине, в большей степени обусловленной биологическими особенностями растений, отличаются низкой семенной продуктивностью [1; 2].

Повышение урожайности семян тетрапloidных сортов и стабилизация ее по годам может достигаться с помощью

эффективного применения различных видов агрохимикатов и биопрепараторов [3; 4]. Большое внимание уделяется разработке перспективных комплексных хелатных микроудобрений, которые обладают высокой биологической эффективностью и минимальной негативной нагрузкой на экосистему. Микроэлементы в их составе, наряду с биологическими молекулярными системами, обеспечивают важнейшие обменные процессы внутриклеточного метаболизма. Это улучшает обеспеченность растений элементами питания, повышает устойчивость растений к действию неблагоприятных факторов среды произрастания, позволяет существенно сократить применение других ядохимикатов [5–10]. Однако высокая стоимость данного вида удобрений вызывает необходимость подбора рациональных способов их применения, таких как некорневые подкормки. При этом элементы питания попадают непосредственно в ткани органа,

где наиболее эффективно ассимилируются растениями [3; 5].

Среди большого разнообразия препаратов особый интерес представляют жидкие органоминеральные комплексы нового поколения российского производства, к числу которых относятся: жидкое органоминеральное удобрение (ЖОМУ) «Agromax Бор-Молибден 4%» производства ООО «Кубань Агро-Ресурс», биоорганические препараты (БОП) Милефунг™ «Бор» и «Бор + Молибден» производства фирмы «Агро-БиоТех».

Изучение влияния некорневых обработок с использованием данных препаратов на показатели структуры семеннового травостоя, биологическую урожайность и качество семян двуукосного клевера лугового тетрапloidного сорта Кудесник является целью данной работы.

Материал и методы. Объект изучения — семенной травостоя клевера лугового сорта Кудесник двуукосного типа в питомнике сортосохранения первого года пользования (1 г.п.).

Подпокровный рядовой посев с нормой высева 6,0 кг/га проведен в 2021 г. на площади 8,0 га в семеноводческом севообороте экспериментального поля ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (г. Киров).

Для исследований площадь питомника была разделена на четыре участка по 2 га: первый (контроль) — обработан водой (1 л/га), второй — ЖОМУ «Agromax Бор-Молибден 4%» (1 л/га), третий — БОП Милефунг™ «Бор» (15%-ный водный раствор в дозе 100 мл/га), четвертый — БОП Милефунг™ «Бор + Молибден» (15%-ный водный раствор в дозе 100 мл/га). Некорневая механизированная обработка проведена в межфаз-

ный период «стеблевание – бутонизация» (23 июня) штанговым опрыскивателем ОП-Н 600.

Учет структуры урожая осуществляли методом отбора проб в местах наиболее типичного для каждого из четырех вариантов семенного травостоя на учетных делянках площадью 1 м², в шестикратной повторности.

Учеты, наблюдения, оценки выполнены в соответствии с общепринятыми методиками¹. Определение показателей качества — по требованиям ГОСТ². Статистическая обработка результатов экспериментальных исследований проведена методом дисперсионного и корреляционно-регрессионного анализов с использованием пакета селекционно-ориентированных программ AGROS v. 2.07 и программы Microsoft Office Excel 2011.

Жидкое органоминеральное высококонцентрированное удобрение «Agromax Бор-Молибден 4%» представляет собой многокомпонентный биологически активный комплекс, содержащий питательные элементы в хелатной форме (на 1 л препарата в г: NH₂ — 51, B — 51, Mo — 51, адьюванты (моноэтаноламин), хелатирующий агент — ОЭДФ (оксиэтилидендиfosфорная кислота)³.

¹ Широкий унифицированный классификатор рода Trifolium L. Л.: ВИР, 1983. 32 с.; Методические указания по проведению исследований в семеноводстве многолетних трав. М.: ВНИИК, 1986. С. 134; Методические указания по селекции и первичному семеноводству клевера. М.: ВНИИК, 2002. 72 с.; Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

² ГОСТ Р 52325-2005 Семена сельскохозяйственных культур. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2009. С. 12; ГОСТ 12038-84 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. М.: Стандартинформ, 2011. С. 36–64; ГОСТ 12042-80 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян. М.: Стандартинформ, 2011. С. 115–118.

³ Агромакс Фабрика хелатных удобрений (Официальный информационный сайт ООО «Кубань Агро-Ресурс») [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agromax-official.ru/bor-molibden> (Дата обращения 20.04.2025).

Биоорганические препараты «Милефунг» это 15%-ный водный раствор комплекса биостимуляторов природного происхождения (гуминовые кислоты, тритерпеновые кислоты), макро- (азот, фосфор, калий) и микроэлементов (сера, бор, цинк, молибден, марганец, кремний, магний, железо) в хелатной форме⁴.

Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая среднекислая ($\text{pH}_{\text{KCl}} = 5,07$), с очень высоким содержанием подвижного фосфора (P_2O_5) — 395 мг/кг почвы и высоким обменного калия (K_2O) — 182 мг/кг почвы (по Кирсанову), низким содержанием гумуса — 1,24% (по Тюрину), средней обеспеченностью бором — 0,32 мг/кг почвы, низкой молибденом — 0,07 мг/кг почвы.

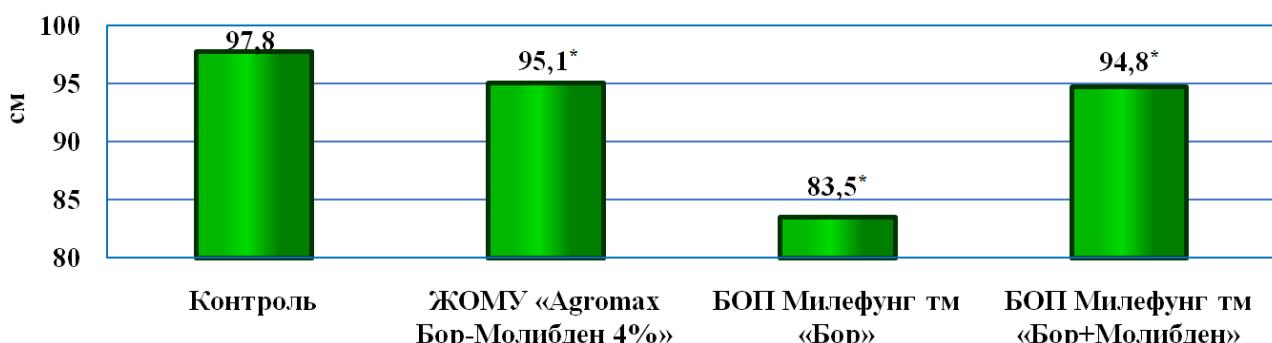
Метеорологические условия вегетационного периода 2022 г. были благоприятными для формирования высоко-продуктивных семенных травостоев клевера лугового.

Условия мая и июня, когда наблюда-

лась холодная и прохладная ($-2,7$ и $-0,5$ °C от нормы) погода с нормальным влагообеспечением в первом случае (53,0 мм) и избыточным (150% от нормы) во втором, стимулировали вегетативное развитие растений. В первую декаду июля, при установлении теплой и сухой погоды, растения клевера лугового вступили в фазу бутонизации. Со второй декады месяца травостой дружно зацвел с дальнейшим интенсивным прохождением фазы. Созревание головок и семян началось 1 августа и проходило в условиях жаркой (15,81–23,79 °C) и засушливой (18 мм осадков) погоды августа. Травостои обмолочены 25 августа комбайном Nova-350.

Результаты исследований. Фенологические наблюдения за семенными травостоями не показали различий между контрольным и экспериментальным вариантами в наступлении цветения (11 июля) и созревания (25 августа).

К уборке сформировались высоко-рослые травостои (рис. 1).



* достоверно к стандарту ($\text{HCP}_{0,5} = 2,6$ см)

Рис. 1. Изменение высоты растений в фазу созревания под влиянием некорневой обработки препаратами

⁴ Официальный информационный сайт компании «АгроБиоТех» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://agrobioteh.ru/milefung-2/> (Дата обращения 20.04.2025).

Применение препаратов показало достоверное ($HCP_{05} = 2,6$ см) снижение высоты растений в сравнении с контрольным вариантом (97,8 см): после обработки травостоев препаратом БОП Милефунг™ «Бор» — на 14,3 см, или 14,6%; БОП Милефунг™ «Бор + Молибден» — на 3,0 см, или 3,1%; ЖОМУ «Agromax Бор-Молибден 4%» — на 2,7 см, или 2,8 %.

Чем ниже растения клевера лугового, тем более устойчивы они к полеганию. В травостое, обработанном БОП Милефунг™ «Бор», наблюдалось слабое полегание (8%), в остальных — выраженность развития явления составила от 15 до 20%.

Все препараты оказали положительное влияние на различные элементы структуры семенного травостоя (табл. 1).

1. Изменение структуры семенного травостоя клевера лугового сорта Кудесник под влиянием некорневой обработки препаратами

Показатели	Контроль	ЖОМУ Агромакс «Бор-Молиб- ден 4%»	БОП Милефунг™ «Бор»	БОП Милефунг™ «Бор + Молибден»	HCP_{05}
Количество стеблей, шт./ m^2	170,7	201,3	206,7	266,7*	47,7
в т.ч. генеративных	162,7	200,0*	185,3*	238,7*	12,4
вегетативных	8,0	1,3*	21,3*	28,0*	1,5
Доля стеблей (%):					
генеративных	95,3	99,4	98,6	89,5	—
вегетативных	4,7	0,6	1,4	10,5	—
Сырая масса стеблей, г/ m^2	2376,0	2720,0	2062,7	2736,0	370,8
в т.ч. генеративных	2360,4	2718,9*	2032,8*	2697,9*	90,3
вегетативных	15,6	1,1*	29,9*	38,1*	1,6
Сухая масса стеблей, г/ m^2	892,7	1019,1*	812,7*	1006,7*	53,4
в т.ч. генеративных	886,7	1018,7*	800,9*	992,7*	21,0
вегетативных	6,0	0,4*	11,7*	14,0*	4,0
Содержание сухого вещества в надземной массе, %	37,6	37,5	39,4	36,8	—
Количество головок, шт./ m^2	734,7	1002,7*	989,3*	1032,0*	133,0
Количество головок на одном репродуктивном стебле, шт.	4,5	5,2*	5,4*	4,1	0,31

*достоверно к стандарту ($P \geq 0,95$)

Во всех вариантах были сформированы разреженные травостои с густотой стояния стеблей в вариантах с применением препаратов от 201,3 до 266,7 шт./ m^2 , в контроле — 170,7 шт./ m^2 . Применение ЖОМУ «Agromax Бор-Молибден 4%» и БОП Милефунг™ «Бор» повысило коли-

чество стеблей на 30,6 и 36,0 шт./ m^2 , или на 17,9 и 21,1%, преимущественно за счет увеличения доли генеративных (на 4,1 и 3,3%). Содержание вегетативных стеблей в травостоях было крайне низким и не превышало 0,6 и 1,4%. Обработка БОП Милефунг™ «Бор + Молиб-

ден» оказала значимое влияние на общую густоту стеблестоя, повысив количество стеблей на 96,0 шт./ m^2 , или 56,2% в сравнении с контролем ($HCP_{05} = 47,7$ шт./ m^2), однако в структуре травостоя доля генеративных стеблей была на 5,8% ниже контроля, а доля вегетативных стеблей была самой высокой по опыту и составила 10,5%.

Препараты не оказали существенного влияния на накопление зеленой массы травостоев, отмечена лишь тенденция к увеличению показателя у вариантов с применением ЖОМУ «Agromax Бор-Молибден 4%» и БОП Милефунг™ «Бор + Молибден» на 14,5 и 15,2 г/ m^2 , к снижению — с БОП Милефунг™ «Бор» — на 13,2 г/ m^2 . Причем использование ЖОМУ «Agromax Бор-Молибден 4%» и БОП Милефунг™ «Бор + Молибден» повысило сырую массу генеративных стеблей на 15,2 и 14,3%, БОП Милефунг™ «Бор» — снизило на 13,9%.

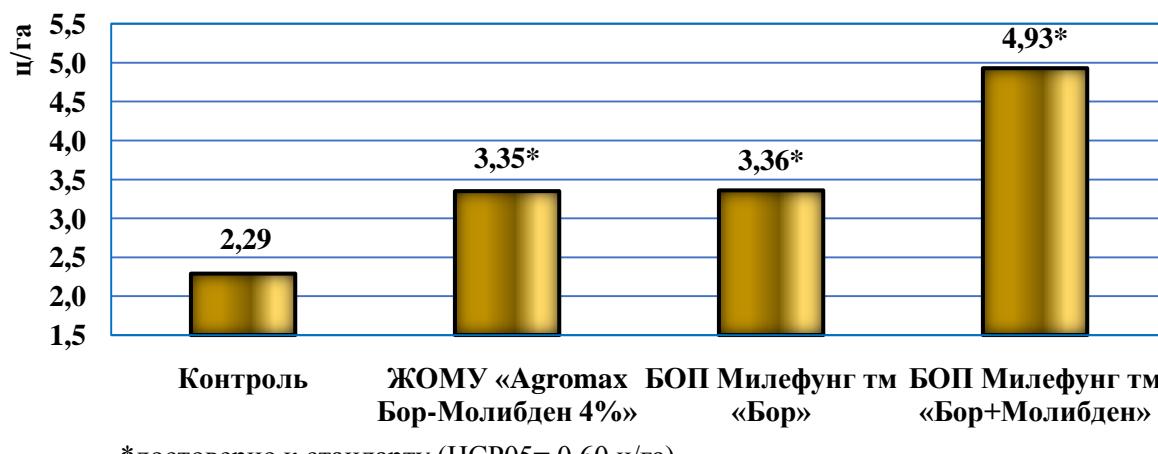
Более точное представление о накоплении надземной массы можно получить по сухому веществу.

Изменения в накоплении сухого вещества были более существенными, но находились в той же закономерности,

что и у зеленой массы. Применение ЖОМУ «Agromax Бор-Молибден 4%» и БОП Милефунг™ «Бор + Молибден» достоверно увеличило общую сухую массу стеблей (на 14,2 и 12,8%), в т.ч. генеративных (на 14,9 и 12,0%), БОП Милефунг™ «Бор» — снизило на 9,0 и 9,7%.

Согласно анализу соотношений накопления зеленой и сухой массы следует, что семенной травостой, обработанный БОП Милефунг™ «Бор», к моменту уборки был значительно суше и зрелее других травостоев: содержание сухого вещества в надземной массе составило 39,4%, на 1,8% выше контроля. При обработках ЖОМУ «Agromax Бор-Молибден 4%» и БОП Милефунг™ «Бор + Молибден» — 37,5 и 36,8%, на уровне или несущественно ниже контроля.

Применение всех препаратов достоверно увеличило биологическую урожайность семян в сравнении с контролем (2,29 ц/га): ЖОМУ «Agromax Бор-Молибден 4%» и БОП Милефунг™ «Бор» — на 1,06 и 1,07 ц/га, или 46,3 и 46,7%, БОП Милефунг™ «Бор + Молибден» — на 2,64 ц/га, или 115,3% (рис. 2).



* достоверно к стандарту ($HCP_{05} = 0,60$ ц/га)

Рис. 2. Изменение биологической урожайности семян под влиянием некорневой обработки препаратами

Повышение сбора семян при обработках препаратами БОП Милефунг™ «Бор» и ЖОМУ «Agromax Бор-Молибден 4%» происходило за счет значительного увеличения доли генеративных стеблей в травостоях (на 3,3 и 4,1% в сравнении с контролем), их активного ветвления с формированием на них дополнительных головок (+0,7 и 1,0 шт. на одном стебле). При обработке БОП Милефунг™ «Бор + Молибден» таких закономерностей отмечено не было, высокий уровень биологической урожайности зависел от фактического увеличения количества генеративных стеблей и головок на единицу площади, на 76,0 и 297,3 шт./м² соответственно.

Количество головок на 1 м² было достоверно выше во всех вариантах с применением препаратов. БОП Милефунг™ «Бор + Молибден» способствовал увеличению данного показателя на 297,3 шт./м², или 40,5%; ЖОМУ «Agromax Бор-Молибден 4%» — на 268,0 шт./м², или 36,5%; БОП Милефунг™ «Бор» — на 254,6 шт./м², или 34,7%.

Таким образом, некорневая обработ-

ка в межфазный период «стеблевание – бутонизация» препаратами ЖОМУ «Agromax Бор-Молибден 4%», БОП Милефунг™ «Бор» и Милефунг™ «Бор + Молибден» оказывала положительное влияние на основные параметры структуры семенного травостоя, что в совокупности приводило к увеличению показателей биологической урожайности семян в сравнении с контролем.

Исследования показали, что самые тяжеловесные головки со средней массой 0,285 г были получены в контроле. В вариантах с применением некорневых обработок препаратами БОП Милефунг™ «Бор + Молибден» и ЖОМУ «Agromax Бор-Молибден 4%» наблюдалась тенденция к снижению значений показателя на 0,009 и 0,021 г. В варианте с использованием БОП Милефунг™ «Бор» были получены самые легкие головки с массой 0,239 г, достоверно ниже контроля на 0,046 г ($HCP_{05} = 0,028$ г). Несмотря на легковесность сформированных головок, масса завязавшихся семян в общей структуре, выраженная в процентах, достоверно превышала контроль на 1,76–8,38 % (табл. 2).

2. Изменение структуры головок клевера лугового сорта Кудесник под влиянием некорневой обработки препаратами

Показатели	Контроль	ЖОМУ «Agromax Бор-Молибден 4%»	БОП Милефунг™ «Бор»	БОП Милефунг™ «Бор + Молибден»	HCP_{05}
Масса 1 головки, г	0,285	0,264	0,239*	0,276	0,028
Доля завязавшихся семян в структуре головки, %	12,63	14,39*	16,74*	21,01*	0,54
Масса завязавшихся семян в головке, г	0,036	0,038	0,040	0,058*	0,013
Масса выполненных семян в головке, г	0,031	0,034	0,035	0,052*	0,006
Выход кондиционных семян, %	86,1	89,5*	87,5	89,7*	2,73

*достоверно к стандарту ($P \geq 0,95$)

Под действием всех используемых препаратов повысилась масса, как завязавшихся, так и выполненных семян в головке. Однако только в варианте с применением БОП Милефунг™ «Бор + Молибден» значения данных показателей достоверно превысили контроль (0,036 и 0,031 г) на 0,022 и 0,021 г, или 61,1 и 67,7% ($HCP_{05} = 0,013$ и 0,006 г).

Следует отметить, что БОП Милефунг™ «Бор + Молибден» был единственным из испытываемых препаратов

в опыте, положительное влияние которого распространялось на большую часть показателей структуры головки (долю и массу завязавшихся семян, массу и выход кондиционных семян), а значит, его применение в качестве некорневой обработки в межфазный период «стеблевание – бутонизация» оказалось более эффективным.

Анализ данных по качеству полученных семян не выявил достоверного изменения массы тысячи семян (табл. 3).

3. Качество семенного материала клевера лугового сорта Кудесник

Показатели	Контроль	ЖОМУ «Agromax Бор-Молибден 4%»	БОП Милефунг™ «Бор»	БОП Милефунг™ «Бор + Молибден»	HCP_{05}
Масса 1000 семян, г	2,743	2,737	2,735	2,747	0,022
Всхожесть семян, %	98,0	99,7*	98,3	99,0*	0,5
Энергия прорастания, %	41,7	37,0*	42,3	40,7	1,5
Содержание твердых семян, %	55,0	58,3*	54,7	56,7*	1,5

*достоверно к стандарту ($P \geq 0,95$)

В вариантах с применением препаратов, содержащих бор и молибден, наблюдалось достоверное повышение всхожести семян на 1,0 и 1,7% за счет снижения количества загнивших семян (на 1,0 и 1,7%) и перевода части из них в категорию всхожих и твердых. Влияние биоорганического препарата Милефунг™ «Бор» на физиологические показатели качества семян не отмечено.

Высокое содержание твердых семян (более 50%), полученное как в контроле, так и в экспериментальных вариантах, отчасти может свидетельствовать о незаконченном периоде послеуборочного дозревания. Как правило, к весне следующего года «твердосемянность» мно-

голетних бобовых трав резко снижается [11; 12; 13].

Заключение. Применение ЖОМУ «Agromax Бор-Молибден 4%» (1 л/га), БОП Милефунг™ «Бор» и Милефунг™ «Бор + Молибден» (15%-ный водный раствор в дозе 100 мл/га) в межфазный период «стеблевание – бутонизация» в качестве некорневой обработки оказало положительное влияние на развитие основных параметров структуры, характерных для высокопродуктивных семенных травостоев двуукосного тетраплоидного клевера лугового сорта Кудесник, поэтому может использоваться как дополнительный агроприем, повышающий биологическую урожайность семян

на 1,06, 1,07 и 2,64 ц/га, или 46,3, 46,7 и 115,3% соответственно.

Сравнительная оценка эффективности испытанных в опыте препаратов позволила выделить наиболее эффективный — БОП Милефунг™ «Бор + Молибден» производства фирмы «Агро-

БиоТех», достоверно ($HCP_{05} = 0,6$ ц/га) превысивший по потенциальной семенной продуктивности варианты с использованием БОП Милефунг™ «Бор» на 1,57 ц/га (46,7%) и ЖОМУ «Agromax Бор-Молибден 4%» на 1,58 ц/га (47,2%)

Литература

1. Изучение различных агроприемов для повышения семенной продуктивности тетраплоидного клевера / М.Ю. Новоселов, Л.В. Дробышева, О.А. Старшинова, Э.С. Рекашус, А.А. Одноворова // Кормопроизводство. – 2019. – № 11. – С. 32–36. – Режим доступа: <http://kormoproizvodstvo.ru/11-2019/04-01-1344/> (дата обращения: 06.07.2025). – DOI: 10.25685/KRM.2019.2019.43415.
2. Выявление и оценка генетических источников самосовместимости у клевера лугового для создания сортов с высокой и стабильной семенной продуктивностью / М.Ю. Новоселов, О.А. Старшинова, Л.В. Дробышева, Г.П. Зятчина // Кормопроизводство. – 2017. – № 4. – С. 21–24.
3. Осипов А.И., Шкрабак Е.С. Роль некорневого питания в повышении продуктивности сельскохозяйственных культур // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 1 (54). – С. 44–52.
4. Дудин М.Н. Потенциал применения новых агропрепаратов в российском АПК // Продовольственная политика и безопасность. – 2022. – Т. 9, № 4. – С. 445–456.
5. Применение удобрений жидких комплексных с хелатными формами микроэлементов под сельскохозяйственные культуры: Рекомендации / РУП «Институт почвоведения и агрохимии»; ОАО «Гомельский химический завод»; Г.В. Пироговская, В.В. Лапа, В.И. Сороко [и др.]. – Минск, 2010. – 40 с.
6. Применение микроудобрений и регуляторов роста в интенсивном земледелии: Рекомендации для специалистов сельского хозяйства и агрохимической службы АПК, преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов высших учебных заведений аграрного профиля / И.Р. Вильдфлущ, Т.Ф. Персикова, П.А. Саскевич [и др.]. – БГСХА (Горки), 2015. – 46 с. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/scjzhq>.
7. Переправо Н.И. Эффективность применения органоминерального удобрения на семенных посевах клевера лугового // Актуальные вопросы применения удобрений в сельском хозяйстве: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию со дня рождения ученого-агрохимика, заслуженного деятеля науки России, заслуженного работника высшей школы России, Заслуженного деятеля науки и техники Северной Осетии, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Созырко Хасанбековича Дзанагова / Горский государственный аграрный университет. – Владикавказ, 2017. – С. 137–140. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/urctmv>.
8. Вильдфлущ И.Р., Мишуро О.И. Агроэкономическая оценка применения макро-, микроудобрений и регуляторов роста при возделывании клевера лугового // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 2. – С. 118–122. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38552722>.
9. Новые формы удобрений для применения в сельском хозяйстве Республики Беларусь // В.В. Лапа, Г.В. Пироговская, Д.В. Черняков, И.П. Сидоров // Перспективы использования инновационных форм удобрений, средств защиты и регуляторов роста растений в агротехнологии

гиях сельскохозяйственных культур : Материалы докладов участников 10-й научно-практической конференции «Анапа–2018». – М. : Плодородие, 2018. – С. 117–119. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35422818>.

10. Иванова М.В. Влияние хелатных удобрений на семенную продуктивность клевера паннонского в условиях Костромской области // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 2 (71). – С. 57–64. – DOI: 10.24412/2078-1318-2023 -2-57-64.
11. Глубшева Т.Н. Изменчивость люцерны по твердосемянности // Научные ведомости. – 2009. – № 3 (58). – С. 20–27. – Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_15182983_30777566.pdf.
12. Попова Е.В., Арзамасова Е.Г., Шихова Е.В. Качество семян клевера паннонского (*Trifolium pannonicum* Jacq.) сорта Снежок // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2022. – № 23 (5). – С. 675–684. – DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.5.675-684.
13. Попова Е.В., Арзамасова Е.Г., Шихова Е.В. Определение физиологических показателей качества и сроков хранения семян клевера красноватого (*Trifolium rubens* L.) // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве : Материалы XI Международной научно-практической конференции / ФАНЦ Северо-Востока. – Киров, 2024. – С. 242–247. – Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_67912033_45706612.pdf.

References

1. Novoselov M.Yu., Drobysheva L.V., Starshinova O.A., Rekashus E.S., Odnovorova A.A. Izuchenie razlichnykh agropriemov dlya povysheniya semennoy produktivnosti tetraploidnogo klevera [Study of various agricultural techniques for increasing the seed productivity of tetraploid clover]. *Kormoproizvodstvo* [Forage production], 2019, no. 11, pp. 32–36. Access mode: <http://kormoproizvodstvo.ru/11-2019/04-01-1344> (accessed: 07/06/2025). DOI: 10.25685/KRM.2019.2019.43415.
2. Novoselov M.Yu., Starshinova O.A., Drobysheva L.V., Zyatchina G.P. Vyvaylenie i otsenka geneticheskikh istochnikov samosovmestimosti u klevera lugovogo dlya sozdaniya sortov s vysokoy i stabil'noy semennoy produktivnost'yu [Identification and evaluation of genetic sources of self-incompatibility in red clover for the creation of varieties with high and stable seed productivity]. *Kormoproizvodstvo* [Forage production], 2017, no. 4, pp. 21–24.
3. Osipov A.I., Shkrabak E.S. Rol' nekornevogo pitaniya v povyshenii produktivnosti sel'skohozyaystvennykh kul'tur [The role of non-root nutrition in increasing the productivity of agricultural crops]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the St. Petersburg State Agrarian University], 2019, no. 1 (54), pp. 44–52.
4. Dudin M.N. Potentsial primeneniya novykh agropreparatov v rossiyskom APK [The potential of using new agrochemicals in the Russian agro-industrial complex]. *Prodovol'stvennaya politika i bezopasnost'* [Food policy and security], 2022, vol. 9, no. 4, pp. 445–456.
5. Pirogovskaya G.V., Lapa V.V., Soroko V.I. et al. Primenenie udobreniy zhidkikh kompleksnykh s helatnymi formami mikroelementov pod sel'skohozyaystvennye kul'tury: Rekomendatsii [Application of liquid complex fertilizers with chelated forms of trace elements for agricultural crops: Recommendations]. Minsk, 2010, 40 p.
6. Wildflush I.R., Persikova T.F., Saskevich P.A. et al. Primenenie mikroudobreniy i regul'uatorov rosta v intensivnom zemledelii: Rekomendatsii dlya specialistov sel'skogo khozyaystva i agrokhimicheskoy sluzhby APK, prepodavateley, aspirantov, magistrantov i studentov vysshikh uchebnykh zavedeniy agrarnogo profiliya [Application of micro fertilizers and growth regulators in intensive agriculture: Recommendations for specialists agriculture and agrochemical service of the agroindustrial complex, teachers, graduate students, undergraduates and students of higher educational institutions of agricultural profile]. Gorki, 2015, 46 p. Access mode: <https://elibrary.ru/scjzhq>.

7. Perepravo N.I. Effektivnost' primeneniya organomineral'nogo udobreniya na semennykh posevakh klevera lugovogo [The effectiveness of using organomineral fertilizer on meadow clover seed crops]. *Aktual'nye voprosy primeneniya udobreniy v sel'skom khozyaystve* [Current issues in the use of fertilizers in agriculture: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 80th anniversary of the birth of Sozyrko Khasanbekovich Dzanagov]. Gorsky State Agrarian University. Vladikavkaz, 2017, pp. 137–140. Access mode: <https://elibrary.ru/ypctmv>.
8. Wildflush I.R., Mishura O.I. Agroekonomiceskaya otsenka primeneniya makro-, mikroudobreniy i regulyatorov rosta pri vozdelyvanii klevera lugovogo [Agroeconomic assessment of the use of macro- and microfertilizers and growth regulators in the cultivation of red clover]. *Vestnik Belorusskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy], 2019, no. 2, pp. 118–122. Access mode: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38552722>.
9. Lapa V.V., Pirogovskaya G.V., Chernyakov D.V., Sidorov I.P. Novye formy udobreniy dlya prime-neniya v sel'skom khozyaystve Respubliki Belarus' [New Forms of Fertilizers for Use in Agriculture in the Republic of Belarus]. *Perspektivy ispol'zovaniya innovatsionnykh form udobreniy, sredstv zashchity i regulyatorov rosta rasteniy v agrotehnologiyakh sel'skokhozyaystvennykh kul'tur* [Prospects for Using Innovative Forms of Fertilizers, Plant Protection Products, and Growth Regulators in Agricultural Technologies for Crops: Proceedings of the 10th Scientific and Practical Conference "Anapa–2018"]. Moscow, Plodorodie Publ., 2018, pp. 117–119. Access mode: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35422818>.
10. Ivanova M.V. Vliyanie helatnykh udobreniy na semennuyu produktivnost' klevera pannonskogo v usloviyakh Kostromskoy oblasti [Influence of chelated fertilizers on the seed productivity of Pannonian clover in the Kostroma region]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the St. Petersburg State Agrarian University], 2023, no. 2 (71), pp. 57–64. DOI: 10.24412/2078-1318-2023-2-57-64.
11. Glubsheva T.N. Izmenchivost' lyutserny po tverdosemyannosti [Variability of alfalfa in terms of hard seediness]. *Nauchnye vedomosti* [Scientific bulletin], 2009, no. 3 (58). pp. 20–27. Access mode: https://elibrary.ru/download/elibrary_15182983_30777566.pdf.
12. Popova E.V., Arzamasova E.G., Shikhova E.V. Kachestvo semyan klevera pannonskogo (*Trifolium pannonicum* Jacq.) sorta Snezhok [Quality of seeds of the pannonian clover (*Trifolium pannonicum* Jacq.) of the Snezhok variety]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* [Agrarian science of the Euro-North-East], 2022, no. 23 (5), pp. 675–684. DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.5.675-684.
13. Popova E.V., Arzamasova E.G., Shikhova E.V. Opredelenie fiziologicheskikh pokazateley kachestva i srokov khraneniya semyan klevera krasnovatogo (*Trifolium rubens* L.) [Determination of Physiological Quality Indicators and Storage Periods of Red Clover Seeds (*Trifolium rubens* L.)]. *Metody i tekhnologii v selektsii rasteniy i rastenievodstve: Materialy XI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Methods and Technologies in Plant Breeding and Crop Production: Proceedings of the 11th International Scientific and Practical Conference]. Kirov, North-Eastern Federal Research Center, 2024, pp. 242–247. Access mode: https://elibrary.ru/download/elibrary_67912033_45706612.pdf

УДК 631/635; 574; 502/504; 911
 DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2025-2-40-53

**АГРОЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ
 ПРИРОДНЫХ КОРМОВЫХ УГОДИЙ ПО РАЙОНАМ РОССИИ
 В ФНЦ «ВИК им. В.Р. ВИЛЬЯМСА»**

**(К 75-летию доктора географических наук, кандидата биологических наук,
 старшего научного сотрудника по специальности «Кормопроизводство
 и луговодство» Трофимова Ильи Александровича)**

А.С. Шпаков, член-корреспондент РАН, доктор сельскохозяйственных наук

Д.М. Тебердиев, доктор сельскохозяйственных наук

Л.С. Трофимова, кандидат сельскохозяйственных наук

Е.П. Яковлева, старший научный сотрудник

Е.Г. Седова, кандидат сельскохозяйственных наук

Н.Н. Гречишников, кандидат сельскохозяйственных наук

А.В. Шевцов, кандидат технических наук

ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»

141055, Россия, Московская область, г. Лобня, ул. Научный городок, корп. 1

viktrofi@mail.ru

**AGRO-LANDSCAPE AND ECOLOGICAL ZONING OF NATURAL
 FORAGE LANDS BY REGIONS OF RUSSIA
 IN THE V.R. WILLIAMS FEDERAL RESEARCH CENTER**

**(On the occasion of the 75th anniversary of Ilya Trofimov, Doctor of Geographical
 Sciences, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher specializing in
 Forage and Meadow Farming)**

A.S. Shpakov, Corresponding Member of the RAS, Doctor of Agricultural Sciences

D.M. Teberdiev, Doctor of Agricultural Sciences

L.S. Trofimova, Candidate of Agricultural Sciences

E.P. Yakovleva, Senior Researcher

E.G. Sedova, Candidate of Agricultural Sciences

N.N. Grechishnikov, Candidate of Agricultural Sciences

A.V. Shevtsov, Candidate of Technical Sciences

Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology

141055, Russia, Moscow region, Lobnya, Nauchnyi gorodok str., k. 1

viktrofi@mail.ru

ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» разработал и обладает уникальной современной информацией о земельных угодьях и природных кормовых ресурсах России. Информация получена в результате агроландшафтно-экологического районирования — главного направления в адаптивной интенси-

ификации сельского хозяйства. На протяжении всей истории института районирование природных кормовых угодий остается в числе главных направлений фундаментальных и приоритетных прикладных научных исследований, выполняемых по Государственным заданиям. В ряде регионов реализуется создание и освоение регионально-, ландшафтно- и экологически дифференцированных новых сортов, технологий, систем адаптивной интенсификации сельского хозяйства, рационального управления агроландшафтами и кормопроизводством на основе агроландшафтно-экологического районирования. Это большая коллективная работа. Более 60 ученых ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», ученых МГУ им. М.В. Ломоносова и более 30 ученых из разных регионов России являются соавторами монографий, рекомендаций производству и статей по результатам районирования. Основной вклад в разработку агроландшафтно-экологического районирования, внесли ученые лаборатории геоботаники и агроэкологии ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» под руководством доктора географических наук И.А. Трофимова.

Ключевые слова: сельское хозяйство, агроландшафтно-экологическое районирование, рациональное природопользование, земельные угодья, кормовые экосистемы.

The V.R. Williams Federal Research Center for Agricultural Research has developed and possesses unique up-to-date information on land and natural forage resources in Russia. The information was obtained as a result of agro-landscape and ecological zoning, the main direction in the adaptive intensification of agriculture. Throughout the Institute's history, the zoning of natural forage lands has remained one of the main areas of fundamental and priority applied scientific research carried out according to Government assignments. In a number of regions, the creation and development of regionally, landscape, and ecologically differentiated new varieties, technologies, and systems of adaptive agricultural intensification based on agrolandscape ecological zoning, rational management of agrolandscapes and forage production are being implemented. It's a big team effort. More than 60 scientists of the V.R. Williams Scientific Research Center, scientists of the Lomonosov Moscow State University and more than 30 scientists from different regions of Russia are co-authors of monographs, production recommendations and articles on the results of zoning. The main contribution to the development of agro-landscape and ecological zoning was made by scientists from the Laboratory of Geobotany and Agroecology of the V.R. Williams Federal Research Center under the leadership of Doctor Geographical Sciences I.A. Trofimov.

Keywords: agriculture, agro-landscape and ecological zoning, rational use of natural resources, land, forage ecosystems.

На протяжении всей истории развития института, от Государственного лугового института, Всесоюзного (Всероссийского) НИИ кормов им. В.Р. Вильямса до ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», природные кормовые ресурсы остаются в числе важнейших приоритетных направлений фундаментальных и прикладных научных исследований по луговедению и луговодству, выполняемых по Государственным заданиям [1].

В России природные кормовые угодья (ПКУ) занимают значительные площади и играют важнейшую роль в кормопроизводстве, рациональном природополь-

зовании и оказывают значительное влияние на экологическое состояние территории страны. Являясь одним из основных компонентов биосфера, ПКУ выполняют важнейшие производственные и средостабилизирующие функции в управлении агроландшафтами.

Агроландшафтно-экологическое районирование является одним из основных конкретных путей биологизации и экологизации сельского хозяйства, занимает центральное место в стратегии его адаптивной интенсификации [2].

Районирование определяет рациональное управление производственным и средо-

образующим потенциалом агроэкосистем и агроландшафтов путем дифференцированного использования ресурсов (природных, биологических, техногенных) и адресной экстраполяции систем кормопроизводства, культур, сортов, технологий создания и использования пастбищ и сенокосов, адаптивного размещения сенокосно-пастбищных экосистем, рационального природопользования, оптимизации и охраны агроландшафтов.

В 1932–1935 гг. по заданию Наркомзема под руководством профессора Л.Г. Раменского было проведено первое районирование (инвентаризация) ПКУ СССР. Это была первая информация о кормовых ресурсах, полученная в основном в результате рекогносцировочных обследований. Труды инвентаризации (14 томов) хранятся в фондах ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса».

В 1971–1980 гг. сотрудниками лаборатории геоботаники Всесоюзного НИИ кормов им. В.Р. Вильямса выполнено второе районирование ПКУ СССР. Была проведена огромная техническая работа по обобщению накопившихся к тому времени материалов обследования кормовых угодий Гипроземами, которые охватывали до 80% территории страны. Информации было много, но ее неоднородность и формальное техническое обобщение снижало качество полученных результатов. Фундаментальных знаний для установления географических, биологических и экологических закономерностей пространственного размещения ПКУ было еще явно недостаточно.

В результате первого и второго районирований были созданы только обобщенные схемы районирования ПКУ. Точных карт не было. Да их и не могло быть в то время. Текстовые характери-

стики выделов районирования были очень краткими и малоинформативными. Однако они были востребованы федеральными и региональными органами управления сельским хозяйством, наукой, образованием и сельхозпроизводителями.

В настоящее время ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» разработал Агроландшафтно-экологическое районирование ПКУ России на базе Почвенно-экологического районирования России, выполненного на факультете почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова. С целью информационного обеспечения регионально-, ландшафтно- и экологически дифференцированного сельского хозяйства, рационального природопользования, сохранения плодородия почв, повышения продуктивности и устойчивости агроэкосистем и агроландшафтов районирование разработано на новом современном уровне научных знаний, материалов и технологий, более высоком уровне междисциплинарности и системности [3].

Успехи ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» открывают начало нового современного этапа развития и стимулируют дальнейшее углубление и расширение исследований российской науки не только по луговедению и луговодству, но и по всему кормопроизводству и рациональному природопользованию в сельском хозяйстве.

Объекты и методика исследований. Объекты исследования — земельные и кормовые угодья России. Площадь России — 17178392 км². Кормовые экосистемы занимают $\frac{1}{4}$ часть территории страны.

Агроландшафтно-экологическое районирование земель и кормовых экоси-

стем выполнено с использованием сравнительно-географического и агроландшафтно-экологического и агроэкологического методов [2; 3].

Карта почвенно-экологического районирования РФ факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова использована как основа карт агроландшафтно-экологического районирования РФ [4; 5]. Использовались также другие имеющиеся карты, наземные и дистанционные данные, статистические, литературные и фоновые источники [6; 7].

Результаты и обсуждение.

Агроландшафтно-экологическое районирование — это большая коллективная работа. Более 60 ученых ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», ученых МГУ им. М.В. Ломоносова и более 30 ученых из разных регионов России являются соавторами рекомендаций производству, монографий и статей по результатам районирования.

Основной вклад в достойное служение России внесли ученые лаборатории геоботаники и агроэкологии ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» под руководством доктора географических наук И.А. Трофимова (рис. 1, 2). Они все делают отлично и со всей ответственностью относятся к делу. У кандидата сельскохозяйственных наук, доцента, ведущего научного сотрудника Л.С. Трофимовой — золотая медаль школы, красный диплом МГУ им. М.В. Ломоносова. Она руководила отделом аспирантуры, была секретарем диссовета ВИК им. В.Р. Вильямса. Старший научный сотрудник Е.П. Яковлева пять раз избиралась депутатом поселкового и городского советов.

В своей автобиографии И.А. Трофимов пишет:

«Основная мотивация в отношении к

жизни и любому делу — быть достойным своего отца и деда, которыми горжусь. Служить России так, как служили они. Защищать нашу землю, политую потом и кровью наших отцов, дедов и прадедов, так, как защищали они».

«Родина моего деда и отца — город Тулун Иркутской области на реке Ия (бассейн Ангары), в 390 км к северо-западу от Иркутска».

«Наши корни — в Сибири. Наши гены — казацкие, сибирские. Происхождение — из казаков Сибирского (Иркутского) казачьего войска. Казаки — люди отчаянные, храбрые, рожденные побеждать. Для казака ясно с детства — или «Грудь в крестах, или голова в кустах». К этому и надо стремиться».

Илья Александрович Трофимов родился 28 сентября 1950 г. в селе Горелое, Тамбовской области, Тамбовского района. В 1968 г. окончил Горельскую среднюю школу с медалью. В 1974 г. окончил кафедру геоботаники Биологического-почвенного факультета Московского Государственного Университета имени М.В. Ломоносова, (г. Москва) по специальности биолог-ботаник, геоботаник.

И.А. Трофимов пишет:

«В журнале «Нева» за 1914 год опубликована фотография деда. В интернете нашел информацию и фотографию деда — Георгиевского кавалера, которая есть и в нашем семейном альбоме» (рис. 3, 4)».

«Георгиевский крест — главный воинский орден России и Георгиевские медали давали храбрейшим из храбрых за подвиги на поле боя. Меня назвали в честь деда — казака».

«Трофимов Александр Ильич (мой отец) встретил войну 22 июня 1941 г. на западной границе, во Львове. Воевал в

артиллерией, разведке на Юго-Западном, Брянском, Сталинградском и Южном

фронтах. Ушел на войну рядовым, вернулся — капитаном» (рис. 5, 6).



Рис. 1. Трофимов Илья Александрович, доктор географических наук, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник по специальности «Кормопроизводство и луговодство», заведующий лабораторией геоботаники и агроэкологии ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»



Рис. 2. Трофимов И.А. в широколиственно-лесной зоне Центрального района (2008 г.)



Рис. 3. «Пятнадцатилетний Илья Александрович Трофимов казацкого рода, воевавший в Восточной Пруссии, награжден солдатскими Георгиевскими крестами 4-й и 3-й степени» (мой дед — юный герой Первой мировой войны, 1914 г.)



Рис. 4. Трофимов Илья Александрович награжден двумя Георгиевскими крестами и двумя Георгиевскими медалями (мой дед, 1917 г.)



Рис. 5, 6. Трофимов Александр Ильич — мой отец, герой Великой Отечественной войны 1941–1945 гг. Награжден тремя орденами: два ордена Отечественной войны и один орден Красной звезды; 12 медалей: За оборону Сталинграда, За Победу над Германией, За освобождение Белграда и др.

С 1974 г. И.А. Трофимов по направлению из МГУ им. М.В. Ломоносова работает научным сотрудником в лаборатории геоботаники Всесоюзного (Всероссийского) НИИ кормов им. В.Р. Вильямса (в настоящее время ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»). Прошел путь от младшего научного сотрудника до ведущего научного сотрудника, заведующего лабораторией геоботаники и агроэкологии.

В 1982 г. окончил аспирантуру Всесоюзного НИИ кормов имени В.Р. Вильямса.

В 1985 г. защитил кандидатскую диссертацию «Геоботаническое картографирование природных кормовых угодий с использованием космических фотоснимков (на примере Калмыцкой АССР)» (биологические науки).

В 1989 г. присвоено ученое звание старшего научного сотрудника по специальности «Кормопроизводство и луговодство».

В 2000 г. на Географическом факультете МГУ им. М.В. Ломоносова защитил докторскую диссертацию «Аэрокосмическое картографирование и мониторинг

природных кормовых угодий аридных территорий России» (географические науки).

В течение 20 лет (2001–2020 гг.), после защиты докторской диссертации, работал заместителем директора по научной работе и ученым секретарем ВНИИ кормов. Возглавляли институт директора: член-корреспондент РАН А.С. Шпаков, академик РАН В.М. Косолапов. Одновременно занимался научной работой ведущего научного сотрудника, заведующего лабораторией геоботаники и агроэкологии.

Выдающиеся учителя из разных областей знаний развили интерес к наукам и дали основу государственного подхода к исследованиям, системного и междисциплинарного подхода. Широкий кругозор и высота научного полета, вера в свое дело, убежденность и решительность стали необходимы для междисциплинарного изучения ландшафтов, земельных угодий, кормовых ресурсов и создания агроландшафтно-экологического районирования России.

И.А. Трофимов пишет:

«Решающее влияние на мою жизнь оказали научные школы МГУ им. М.В. Ломоносова, ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, Россельхозакадемии. Своими учителями считаю многих людей: своего отца и деда, тех с кем работал и работаю, тех мыслителей, ученых, писателей, поэтов, чьи книги и другие публикации с интересом изучал и изучаю».

«Считаю себя учеником и последователем В.В. Докучаева, В.И. Вернадского, В.Р. Вильямса, Н.И. Вавилова, Л.Г. Раменского, И.В. Ларина, Т.А. Работнова, А.А. Жученко, С.В. Викторова, Б.В. Виноградова, Е.А. Востоковой, Д.Д. Вышивкина, Ю.Ф. Книжникова, В.И. Кравцовой, Б.И. Кочурова, В.А. Николаева, Ю. Одума, В.Б. Сочавы и других ученых».

И.А. Трофимов имеет междисциплинарную подготовку и опыт работы по биологическим, географическим, экологическим и сельскохозяйственным наукам. Он — доктор географических наук, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник по специальности «Кормопроизводство и луговодство», академик Российской экологической академии (РЭА), председатель Московского областного отделения РЭА, заместитель председателя секции «Агроэкология» РЭА, член Русского географического общества, член Комиссии РАН по изучению наследия выдающихся ученых.

Вся научная деятельность И.А. Трофимова посвящена изучению земель и кормовых ресурсов в разных зонах и регионах России. Изучались все естественные факторы (климат, рельеф, почва, воды и биота) в их взаимной связи, для рационального использования воспроизво-

димых природных ресурсов (солнце, воздух, вода, фотосинтез, биологический азот) в агроэкосистемах и агроландшахтах в разных зонах и регионах России.

Исследования проводились в многочисленных экспедициях по комплексному изучению, оценке и картографированию природных ресурсов России (включая и кормовые), организованные Всероссийским (Всесоюзным) НИИ кормов им. В.Р. Вильямса, Госцентром «Природа», ТСХА им. К.А. Тимирязева, Институтом географии РАН, Российским институтом мониторинга земель и экосистем.

В экспедициях, которые проводились в разные годы и сезоны, пройдены и описаны десятки тысяч километров автомобильных, вертолетных, пеших и конных маршрутов, сделаны тысячи комплексных ландшафтно-геоботанических описаний экосистем и укосов урожайности природных пастбищ и сенокосов, выполнены междисциплинарные работы на аэрокосмических полигонах (рис. 7, 8, 9, 10).

Результаты исследований направлены на решение важнейших государственных проблем продовольственной и экологической безопасности страны, рационального природопользования, сохранения нашей земли, сохранения и воспроизведения плодородия почв, экосистем и окружающей среды на основе междисциплинарных и трансдисциплинарных подходов, заложенных учениями В.В. Докучаева, В.И. Вернадского, В.Р. Вильямса, Л.Г. Раменского, А.А. Жученко и других ученых.

Агроландшафтно-экологическое районирование России разработано на новом современном уровне научных знаний, материалов и технологий, более вы-

соком уровне междисциплинарности и системности для всех 11-ти природно-экономических районов Российской Федерации: Северный, Северо-Западный, Волго-Вятский, Центральный, Центрально-Черноземный, Поволжский, Северо-Кавказский, Уральский, Западно-Сибирский, Восточно-Сибирский, Дальневосточный. Такое порайонное районирование дает возможность более детально вскрывать региональные проблемы растениеводства, земледелия, животноводства и рекомендовать пути их решения.

Почвы являются основой основ сельского хозяйства. Контурной и частично ин-

формационной базой Карты агроландшафтно-экологического районирования России стала Карта почвенно-экологического районирования России факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова. Карты взаимоувязаны и дополняют друг друга, имеют единые границы природных зон, провинций и округов

Природные границы Карты агроландшафтно-экологического районирования России нанесены на точную основу топографической карты, на которой изображены рельеф и гидрографическая сеть, дороги и населенные пункты, другие объекты, границы субъектов федерации.

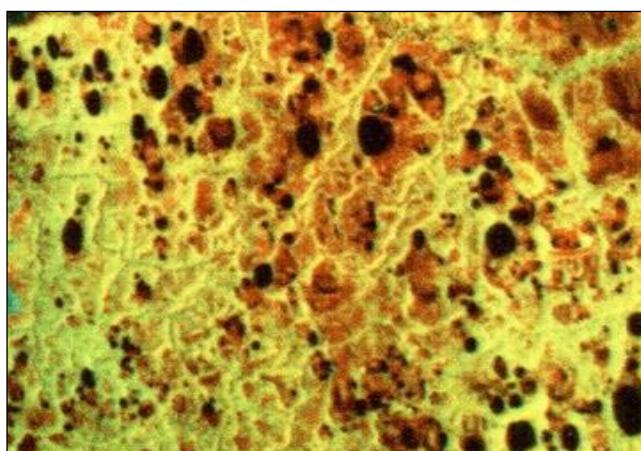


Рис. 7. Тундровая зона



Рис. 8. Южнотаежная зона: 1. Еловые леса, 2. Сельскохозяйственные земли на их месте

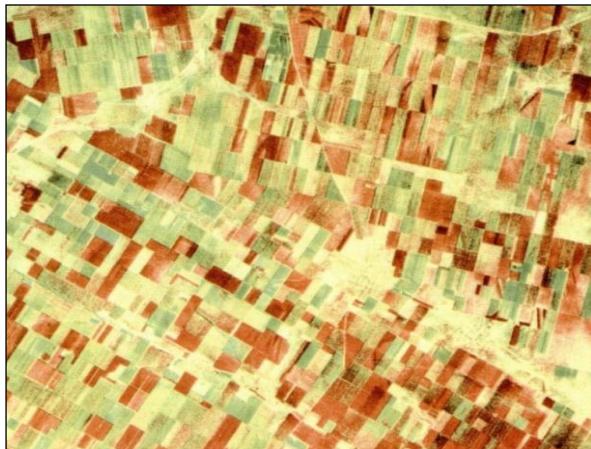


Рис. 9. Сельскохозяйственные земли на месте степей

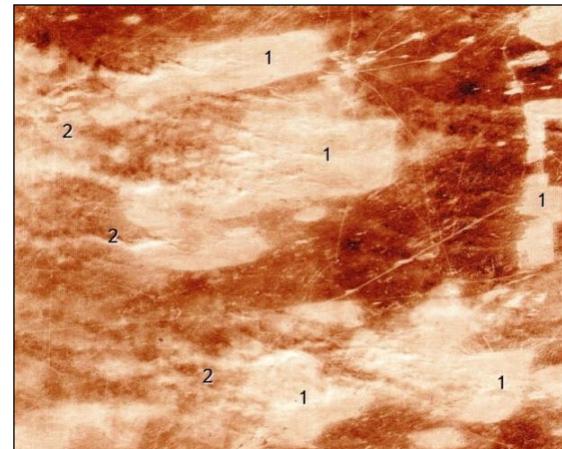


Рис. 10. Полупустынная зона: 1. Развевающиеся пески на месте распаханных пастбищ на песчаных почвах, 2. Пылевая буря

Материалы, разработанные в результате агроландшафтно-экологического районирования по 11-ти природно-экономическим районам России: карта М 1 : 2 500 000, легенда к карте, три базы данных (земельные угодья, ПКУ, негативные процессы), две классификации (ПКУ, олени пастища), монографии, рекомендации и предложения производству по кормопроизводству, агроэкологии и рациональному природопользованию в сельском хозяйстве.

Создано новое междисциплинарное направление исследований в сельском хозяйстве, объединяющее: 1) агроландшафтно-экологическое районирование, 2) управление агроландшафтами, 3) управление кормопроизводством (многолетними травами).

1) Агроландшафтно-экологическое районирование обеспечивает междисциплинарное изучение всех взаимосвязанных факторов природной среды. 2) Управление агроландшафтами — рациональное природопользование, сбалансированность и устойчивость агроландшафтов, структуры посевных площадей и севооборотов. 3) Управление кормопроизводством (многолетними травами) вместе с агроландшафтно-экологическим районированием и управлением агроландшафтами обеспечивают более полное использование природно-климатических факторов агроэкосистем, ландшафтов и воспроизводимых природных ресурсов (солнце, воздух, вода, фотосинтез органического вещества, биологический азот из воздуха).

Агроландшафтно-экологическое районирование является главным направлением для адресного создания и размещения новых адаптивных сортов, техноло-

гий растениеводства, земледелия и систем ведения сельского хозяйства, адаптированных к местным природным условиям для оценки потенциала и разработки прогнозов развития растениеводства и земледелия, надежного научного обеспечения продовольственной и экологической безопасности страны.

Востребованность. Материалы агроландшафтно-экологического районирования земельных угодий и кормовых ресурсов по районам России востребованы ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», МГУ им. М.В. Ломоносова, научными учреждениями разных регионов России:

1. Положены в основу разработки стратегии, методологии, терминологии кормопроизводства, рационального природопользования и агроэкологии;
2. Разработаны и опубликованы коллективные монографии по районированию, агроландшафтам и кормопроизводству Центрального района, Центральному Черноземью, Поволжью и другим регионам России;
3. Разработаны и опубликованы монографии по рациональному природопользованию в сельском хозяйстве, энциклопедические словари терминов по кормопроизводству, часть терминов опубликована в Большой российской энциклопедии;
4. Разработаны и опубликованы методики и рекомендации по адаптивному ведению полевого и лугового кормопроизводства на основе ресурсосберегающих технологий, рациональному использованию и улучшению природных кормовых угодий, созданию высокопродуктивных сеянных сенокосов и пастищ для Центрального, Центрально-Черноземного, Поволжского, Северо-Кавказского,

Волго-Вятского, Северо-Западного, Северного природно-экономических районов Российской Федерации. Освоение их в хозяйствах обеспечивает увеличение продуктивности пахотных и кормовых угодий в 2–3 раза;

5. В учебном процессе при подготовке студентов и аспирантов вузов, в институтах при подготовке научных кадров высшей квалификации по кормопроизводству для АПК;

6. Научными учреждениями для научного обоснования оценки потенциала и прогнозов рационального размещения, концентрации и специализации сельскохозяйственного производства по зонам, провинциям и округам районирования;

7. Планируется разработка коллективных монографий ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» по Нечерноземью и другим регионам России;

8. Планируется создание Почвенно-географической базы данных, комплексной ландшафтной и кормовой характеристики зон, провинций и округов территории России с МГУ им. М.В. Ломоносова.

Практическое применение агроландшафтно-экологического районирования России в развитии сельского хозяйства обеспечивает его зональную, региональную, ландшафтную и экологическую адаптивную интенсификацию и специализацию.

Перспективы агроландшафтно-экологического районирования — в интеграции исследований ученых и цифровизации информации:

1. Создание цифрового Единого государственного реестра кормовых ресурсов России;

2. Формирование цифровых платформ устойчивого управления кормовы-

ми и сельскохозяйственными ресурсами на федеральном и региональном уровнях по 11-ти природно-экономическим районам;

3. Координация и повышение эффективности исследований по кормопроизводству в стране.

Использование результатов районирования позволяет реализовать научное обеспечение технологического суверенитета России, наведение порядка в рациональном природопользовании в растениеводстве и земледелии. Это несомненное достижение ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» и сельскохозяйственной науки России.

Сотрудниками лаборатории геоботаники и агроэкологии опубликованы более 1000 научных работ. Неопубликованные материалы агроландшафтно-экологического районирования России для будущих коллективных монографий и рекомендаций занимают 12 томов.

Трофимов И.А. является автором более 800 публикаций, в том числе 28 книг и монографий, 22 карт, 24 методик и рекомендаций.

Он участник мировых сводок по ПКУ и агроландшафтам, активно выступает с докладами и презентациями на международных, всероссийских, региональных конференциях. Опыт изучения и картографирования ПКУ и агроландшафтов ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» востребован в России и в мире.

Трофимов И.А. — член редколлегий пяти журналов (в том числе трех из списка ВАК): «Кормопроизводство», «Адаптивное кормопроизводство», «Вопросы степеведения», «Использование и охрана природных ресурсов в России», «Поволжский экологический журнал».

Организует и проводит лекции, практики и конференции со школьниками и студентами, преподавателями школ и вузов с целью привлечения их к научно-исследовательской и практической деятельности в области сельского хозяйства, агроэкологии, рационального природопользования.

Он вносит свой многолетний постоянный труд, опыт и знания в решение важнейшей государственной задачи научного обеспечения продовольственной и экологической безопасности России.

Основные награды и почетные звания И.А. Трофимова:

Переходящее Красное Знамя ЦК ВЛКСМ, МСХ СССР и Президиума ЦК профсоюза работников сельского хозяйства в составе комсомольско-молодежного коллектива ВНИИ кормов (1982),

Почетная грамота Президиума Верховного Совета Калмыкии (1987),

Почетная грамота Министерства промышленности, науки и технологий Российской Федерации (2002),

Почетная грамота Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (2004),

Почетный донор России (2004),

Почетная грамота Российской академии сельскохозяйственных наук (2010),

Почетный работник АПК России (2011),

Почетный работник науки и образования г. Лобня (2015),

Медаль М.В. Ломоносова (2018),

Почетный работник науки и высоких технологий России (2020),

Орден В.И. Вернадского (2022),

Медаль 300 лет РАН (2024),

Многократно награждался грамотами и другими наградами г. Лобня, ВНИИ кормов имени В.Р. Вильямса и ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса».

Основные труды И.А. Трофимова:

1. Трофимов И.А. Методологические основы аэрокосмического картографирования и мониторинга природных кормовых угодий. – М. : Россельхозакадемия, 2001. – 74 с.

2. Трофимов И.А. Природные кормовые угодья. Карта М 1 : 500000 // Природные ресурсы Калмыцкой АССР. Атлас. – М., Элиста : ГУГК, 1986. – Л. 1–4.

3. Трофимов И.А., Кравцова В.И. Продуктивность и сезон использования кормовых угодий. Состояние кормовых угодий в связи с опустыниванием. Калмыкия. Карта // Космические методы геоэкологии. Атлас. – М. : Географический ф-т МГУ, 1998. – Л. 55.

4. Земельные и агроклиматические ресурсы аридных территорий России / В.П. Зволинский, И.С. Зонн, И.А. Трофимов, З.Ш. Шамсутдинов. – М.: ПАИМС, 1998. – 56 с.

5. 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.

6. Кормопроизводство: системообразующая роль и основные направления совершенствования в Центрально-Черноземной полосе России / А.С. Шпаков,

И.А. Трофимов, А.А. Зотов [и др]. – Москва–Воронеж : Изд-во Болховитинова, 2002. – 209 с.

7. Кормопроизводство – стратегическое направление в обеспечении продовольственной безопасности России. Теория и практика / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов, Л.С Трофимова. – М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 200 с.

8. Агроландшафтно-экологическое районирование и адаптивная интенсификация кормопроизводства Поволжья. Теория и практика / Под ред. В.М. Косолапова, И.А. Трофимова. – Москва–Киров : Дом печати – ВЯТКА, 2009. – 751 с.

9. 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.

10. Энциклопедический словарь терминов по кормопроизводству. – 2-е изд. перераб. и дополн. / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова. – М. : Типография Россельхозакадемии, 2013. – 592 с.

11. Кормопроизводство в сельском хозяйстве, экологии и рациональном природопользовании (теория и практика) / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова. – М. : Типография Россельхозакадемии, 2014. – 135 с.

12. Агроландшафты Центрального Черноземья. Районирование и управление / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева. – М. : Издательский Дом «Наука», 2015. – 198 с.

13. Рациональное природопользование и кормопроизводство в сельском хозяйстве России / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева. – М. : РАН, 2018. – 132 с.

14. Trofimov I.A., Trofimova L.S., Yakovleva E.P., Emelyanov A.V., Skripnikova E.V. Preserving the fertility of Russian chernozems. status, trends, forecast // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 9. "9th International Symposium "Steppes of Northern Eurasia". – Orenburg, 07–11 06 2021. – IOP Publishing Ltd, 2021. P. 012108. doi:10.1088/1755-1315/817/1/012108.

15. Trofimov I.A., Trofimova L.S., Yakovleva E.P., Teberdiev D.M., Kutuzova A.A., Sabitov G.A., Provornaya E.E., Zhezmer N.V., Karimov R.R., Sedova E.G., Shchannikova M.A. and Zapivalov S.A. Meadows and pastures in the agricultural landscapes of the Karelian province of the Middle Taiga zone of the North-West of Russia (2021) IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 901 012037. doi:10.1088/1755-1315/901/1/012037.

16. Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Районирование Дальнего Востока для оценки перспектив развития сельского хозяйства // Достижения науки и техники АПК. – 2022. – Т. 36, № 4. – С. 61–65.

17. Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Природные кормовые угодья России // Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2022. – № 2 (170). – С. 76–89.

18. Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П., Шпедт А.А., Асеева Т.А. Агроландшафтно-экологическое районирование — основа устойчивого развития

сельского хозяйства Восточной Сибири и Дальнего Востока // Биосфера. – 2022. – Т. 14, № 3. – С. 193–199. – DOI: 10.24855/biosfera.v14i3.695.

19. Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Сельскохозяйственное природопользование в Прибайкальской горной провинции Восточной Сибири // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2022. – Т. 86, № 5. – С. 779–787.

20. Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П., Алябина И.О., Урусовская И.С., Шоба С.А. Агроландшафтно-экологическое районирование природных кормовых угодий регионов России // Вестник Московского университета. Серия 5: География. – 2024. – Т. 79, № 2. – С. 43–53.

21. Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П., Снакин В.В., Хрисанов В.Р., Рыбальский Н.Г., Муравьева Е.В. Агроландшафтно-экологическое районирование кормовых экосистем Российской Арктики // Жизнь Земли. – 2024. – Т. 46, № 2. – С. 186–197.

22. Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Сохранение степей для обеспечения продовольственной и экологической безопасности России // Аграрная Россия. – 2024. – № 8. – С. 32–36.

23. Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Карты агроландшафтно-экологического районирования природных и природно-сельскохозяйственных экосистем Российской Федерации // Поволжский экологический журнал. – 2024. – № 3. – С. 372–382.

Исследование выполнено при поддержке темы FGGW-2025-0004 государственного задания № 075-00502-25-00 ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса».

Литература

1. Всероссийский научно-исследовательский институт кормов имени В.Р. Вильямса на службе российской науке и практике / Под ред. В.М. Косолапова, И.А. Трофимова. – М. : Россельхозакадемия, 2014. – 1031 с.
2. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Теория и практика. – В трех томах. Том II. – М. : Агрорус, 2008. – 1104 с.
3. Агроландшафтно-экологическое районирование природных кормовых угодий регионов России / И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева, И.О. Алябина, И.С. Урусовская, С.А. Шоба // Вестник Московского университета. Серия 5: География. – 2024. – Т. 79, № 2. – С. 43–53.
4. Карта почвенно-экологического районирования Российской Федерации. 1 : 2 500 000 / Науч. ред.: Г.В. Добровольский, И.С. Урусовская. Авторы: Урусовская И.С., Алябина И.О., Винюкова В.П., Востокова Л.Б., Дорофеева Е.И., Шоба С.А., Щипихина Л.С. – М. : Талка+, 2013. – 16 л.
5. Почвенно-экологическое районирование РФ // Единый государственный реестр почвенных ресурсов России [Электронный ресурс]. URL: <http://egrpr.soil.msu.ru/egrpr.php?show=REG> (date accessed: 10.05.2025).
6. Природно-сельскохозяйственное районирование и использование земельного фонда СССР / Под ред. А.Н. Каштанова. – М. : Колос, 1983. – 336 с.
7. Национальный атлас почв Российской Федерации. – М. : Астрель: АСТ, 2011. – 632 с.

References

1. Vserossiiskii nauchno-issledovatel'skii institut kormov imeni V.R. Vil'yamsa na sluzhbe rossiiskoi nauke i praktike [All-Russian Scientific Research Institute of Feed named after V.R. Williams in the service of Russian science and practice]. Eds.: V.M. Kosolapov, I.A. Trofimov. Moscow, Rossel'khozakademiya Publ., 2014. 1031 p.
2. Zhuchenko A.A. Adaptivnoe rastenievodstvo (ekologo-geneticheskie osnovy). Teoriya i praktika. [Adaptive crop production (ecological and genetic foundations). Theory and practice]. In three volumes. V. II. Moscow, Agrorus Publ., 2008, 1104 p.
3. Trofimov I.A., Trofimova L.S., Yakovleva E.P., Alyabina I.O., Urusevskaya I.S., Shoba S.A. Agro-landshaftno-ekologicheskoe rayonirovanie prirodnykh kormovykh ugodiy regionov Rossii [Agro-landscape and ecological zoning of natural forage lands of Russian regions]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5: Geografiya* [Moscow University Bulletin. Series 5: Geography], 2024, v. 79, no. 2, pp. 43–53.
4. Karta pochvenno-ekologicheskogo rayonirovaniya Rossiyskoy Federatsii. 1 : 2 500 000 [Map of soil and ecological zoning of the Russian Federation. 1 : 2 500 000]. Scientific eds.: G.V. Dobrovolskiy, I.S. Urusevskaya. Authors: Urusevskaya I.S., Alyabina I.O., Vinyukova V.P., Vostokova L.B., Dorocheva E.I., Shoba S.A., Shchipikhina L.S. Moscow, Talka+ Publ., 2013, 16 sheet.
5. Pochvenno-ekologicheskoe rayonirovaniye RF [Soil and ecological zoning of the Russian Federation]. *Edinyy gosudarstvennyy reestr pochvennykh resursov Rossii* [Unified State Register of Soil Resources of Russia]. URL: <http://egrpr.soil.msu.ru/egrpr.php?show=REG> (data obrashcheniya 10.05.2025).
6. Prirodno-sel'skokhozyaystvennoe rayonirovanie i ispol'zovanie zemel'nogo fonda SSSR [Natural and agricultural zoning and use of the USSR land fund]. Ed. A.N. Kashtanov. Moscow, Kolos Publ., 1983, 336 p.
7. Natsional'nyy atlas pochv Rossiyskoy Federatsii [National Atlas of Soils of the Russian Federation]. Moscow, Astrel AST Publ., 2011, 632 p.

УДК: 636.084.4

DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2025-2-54-66

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ КОРМОВЫХ ПРОТЕАЗ В КОРМЛЕНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

М.Н. Хамви, аспирант
С.О. Шаповалов, доктор биологических наук

ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, кафедра кормления животных
127550, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 54
nawarhamwi95@mail.ru

MODERN TECHNOLOGIES OF PRODUCTION AND APPLICATION OF FEED PROTEASES IN FEEDING OF FARM ANIMALS

M.N. Hamwi, Graduate Student
S.O. Shapovalov, Doctor of Biological Sciences

Russian Timiryazev State Agrarian University, Department of Animal Nutrition
127550, Russia, Moscow, Timiryazevskaya str., 54
nawarhamwi95@mail.ru

Современное животноводство сталкивается с необходимостью повышения эффективности кормления для обеспечения высокой продуктивности животных и рентабельности производства. Одним из ключевых инструментов решения этой задачи являются ферментные препараты, в частности кормовые протеазы, которые улучшают переваримость белков, снижают влияние антипитательных факторов и оптимизируют использование питательных веществ. Несмотря на значительные достижения в области генной инженерии и ферментационных технологий, остаются нерешенными проблемы стабильности протеаз в кормах, их эффективности при различных физиологических состояниях животных и экономической целесообразности применения. В данной работе проведен анализ современных технологий производства и применения кормовых протеаз, рассмотрены их механизмы действия, классификация и влияние на пищеварение животных. Особое внимание уделено роли протеаз в рационах молодняка, испытывающего стресс при переходе с молочного питания на комбикорма, а также в условиях использования альтернативных белковых источников, таких как рапсовый шрот, подсолнечник и люпин. Показано, что протеазы не только повышают доступность аминокислот, но и способствуют снижению экскреции азота, улучшению микробиома кишечника и уменьшению экологической нагрузки. Рассмотрены коммерческие препараты на основе бактериальных (*Bacillus subtilis*, *B. licheniformis*) и грибковых (*Aspergillus niger*, *Trichoderma longibrachiatum*) штаммов, их термостабильность, активность в различных отделах желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) и экономическая эффективность. Особый интерес представляют комплексные решения, сочетающие протеазы с другими ферментами (фитазами, амилазами), а также пробиотическими компонентами. Заключительная часть работы посвящена перспективам развития кормовых протеаз, включая стандартизацию методов оценки их активности, разработку многофункциональных добавок и адаптацию к региональным кормовым условиям. Применение протеаз позволяет не только повысить продуктивность животных на 5–15%, но и снизить зависимость от

дорогостоящих белковых компонентов, что делает их незаменимым инструментом в современном животноводстве.

Ключевые слова: кормовые протеазы, ферментные препараты, переваримость белка, антипитательные факторы, животноводство, свиноводство, птицеводство, экзогенные ферменты, термостабильность, альтернативные белковые корма, экскреция азота, субтилизин, *Bacillus subtilis*, фитазы, микотоксины, комбикорма.

Modern animal husbandry faces the need to improve feeding efficiency to ensure high animal productivity and production profitability. One of the key tools for solving this problem is enzyme preparations, in particular feed proteases, which improve protein digestibility, reduce the impact of anti-nutritional factors, and optimize nutrient utilization. Despite significant advances in genetic engineering and fermentation technologies, problems remain regarding the stability of proteases in feed, their effectiveness under various physiological conditions of animals, and the economic feasibility of their use. This paper analyzes modern technologies for the production and use of feed proteases, examines their mechanisms of action, classification, and effect on animal digestion. Particular attention is paid to the role of proteases in the diets of young animals experiencing stress during the transition from milk to compound feed, as well as in conditions where alternative protein sources such as rapeseed meal, sunflower, and lupine are used. It is shown that proteases not only increase the availability of amino acids, but also contribute to a reduction in nitrogen excretion, improvement of the intestinal microbiome, and a decrease in environmental impact. Commercial preparations based on bacterial (*Bacillus subtilis*, *B. licheniformis*) and fungal (*Aspergillus niger*, *Trichoderma longibrachiatum*) strains, their thermostability, activity in various parts of the gastrointestinal tract, and economic efficiency are considered. Of particular interest are complex solutions that combine proteases with other enzymes (phytases, amylases) and probiotic components. The final part of the work is devoted to the prospects for the development of feed proteases, including the standardization of methods for assessing their activity, the development of multifunctional additives, and adaptation to regional feed conditions. The use of proteases not only increases animal productivity by 5–15%, but also reduces dependence on expensive protein components, making them an indispensable tool in modern animal husbandry.

Keywords: feed proteases, enzyme preparations, protein digestibility, anti-nutritional factors, animal husbandry, pig farming, poultry farming, exogenous enzymes, thermal stability, alternative protein feeds, nitrogen excretion, subtilisin, *Bacillus subtilis*, phytases, mycotoxins, compound feeds.

Современное животноводство требует повышения эффективности кормления для обеспечения продуктивности животных и рентабельности производства, где ключевую роль играют ферментные препараты, особенно кормовые протеазы, улучшающие переваримость белков и снижающие антипитательные факторы [1]. Несмотря на прогресс в производстве протеаз с использованием генной инженерии и оптимизации ферментации, остаются нерешенными проблемы их стабильности в кормах, эффективности при разных физиологических состояниях

животных и экономической целесообразности [2]. Хотя исследования Bedford, 2000 [3], Cowieson, 2011 [4], Егоровой, 2018 [5] и Сидоренко, 2020 [6] раскрыли механизмы действия протеаз, комплексный анализ современных производственных технологий, включая методы стабилизации и доставки, а также адаптация к региональным условиям кормления, изучены недостаточно [7].

Цель данной работы — проанализировать современные технологии производства и применения кормовых протеаз, оценив их эффективность с точки зрения

физиологии пищеварения и экономики [8]. Ферменты как специализированные белки катализируют биохимические процессы, состоя из белковой части, иногда с небелковыми компонентами (ионы металлов или углеводы), и хотя обычно действуют избирательно, некоторые активны в отношении нескольких субстратов [9]. Применение кормовых энзимов особенно важно при дефиците собственных ферментов из-за интенсивного метаболизма или наличия трудно-переваримых компонентов в кормах, что особенно актуально для молодняка в период адаптации к новым рационам [10].

Кормовые энзимы способствуют наиболее полной реализации генетического потенциала животных, дополняя их собственные ферменты, а также усиливая их активность, способствуя повышению доступности питательных веществ из рационов [11]. Улучшая переваримость корма, они стимулируют формирование здорового микробиома, сокращают потери с экскрементами фосфора и азота, снижают образование вредных газов [12]. Неслучайно кормовые добавки, включающие экзогенные энзимы, применяют в составе как минимум 95–98% современных комбикормов [13]. Благодаря ферментам, разрушающим фитаты и некрахмалистые полисахариды, сельскохозяйственная птица и свиньи могут потреблять корма, которые в природе у них не усваиваются либо усваиваются в ограниченных количествах [14].

Кормовые протеазы — это ферменты класса гидролаз (КФ 3.4), катализирующие расщепление пептидных связей в белках и пептидах до низкомолекулярных пептидов и свободных аминокислот

[15]. Они применяются в животноводстве для повышения усвояемости протеина корма, снижения антипитательного действия ингибиторов протеаз (например, в соевых бобах) и оптимизации пищеварения у моногастрических животных [16].

Кормовые протеазы могут быть эндогенного (микробного, растительного или животного происхождения) или экзогенного (рекомбинантного) происхождения [17]. Наиболее распространены сериновые (субтилизины), металлопротеазы и аспартатные протеазы, продуцируемые бактериями (*Bacillus* spp., *Aspergillus* spp.) или грибами [18]. Их эффективность зависит от рН-оптимума, термостабильности, специфичности к субстрату и устойчивости к эндогенным ингибиторам [19]. Использование кормовых протеаз способствует снижению себестоимости рационов за счет включения менее дорогих белковых компонентов и уменьшения экскреции азота с пометом [20].

В свиноводстве и птицеводстве кормовые протеазы особенно важны в стартерных и переходных рационах при использовании трудноусвояемых белковых компонентов: шротов, жмыхов и мясокостной муки [21]. Эти ферменты помогают высвобождать аминокислоты из растительных кормов, нейтрализуя действие ингибиторов трипсина и аллергенных лектинов, одновременно компенсируя недостаток собственных ферментов поджелудочной железы у молодняка [22]. Особенна критична их роль для поросят-отъемышей, чья незрелая пищеварительная система сталкивается с двойной нагрузкой: необходимостью перехода с молочного питания (где основная энергия поступает из жиров и лактозы) на сухие

комбикорма с растительным крахмалом и альтернативными белками (перьевая мука, рапсовый шрот, люпин), одновременно преодолевая стресс отъема и перегруппировок [23]. В таких условиях протеолитические ферменты становятся незаменимым инструментом для поддержания стабильного роста и развития животных [24].

Добавки с протеазной активностью долгое время воспринимались лишь как вспомогательный энзим в составе комплексных добавок, однако селекционная работа сильно изменила интенсивность протекания обменных процессов птицы и свиней [25].

Пищеварительные железы птицы современных кроссов также нуждаются в особом подходе к обеспечению протеином, так как активность собственных ферментов у молодняка может быть недостаточной [26]. Есть исследования, что переваримость азота в подвздошной кишке у цыплят в четырехдневном возрасте при питании кукурузно-соевым рационом составляет 78% и постепенно возрастает до 90% лишь к 21-му дню жизни [27]. Физиологически активность протеаз у цыпленка достигает высоких значений на 10–12-й день жизни, однако максимальная эндокринная деятельность желез достигнет пика лишь к 42-му дню, при этом необходимо обеспечить растущему организму все условия для наилучшего усвоения питательных веществ корма [28].

В птицеводстве кормовые протеазы широко используются при составлении рационов для цыплят-бройлеров и индюшат, а также высокопродуктивных кур-несушек [29].

Экономия дорогостоящих белковых

кормов и увеличение конверсии корма — глобальные задачи при выращивании теплокровных и хладнокровных домашних животных [30].

Многие корма содержат трудноусвояемые компоненты, такие как термостойкие антипитательные белки глицинин и β -конглицинин в соевом шроте, которые составляют до 70% соевого протеина и сохраняют свои антигенные свойства даже после традиционной обработки, плохо расщепляясь собственными ферментами животных [31]. Использование экзогенных кормовых протеаз позволяет расширить ассортимент альтернативных белковых источников в рационах кур, индеек, свиней и рыб, заменяя дорогой соевый шрот на более доступные компоненты — дробленый горох, рапс, подсолнечник, люпин, а также увеличивая долю подсолнечных жмыхов и шротов, одновременно снижая негативное влияние недостаточно обработанных бобовых и улучшая усвоение азота [32]. Современные исследования показывают, что протеазы не только улучшают переваримость кормов, но и могут активировать метаболические процессы, усиливая адаптацию животных к стресс-факторам, оптимизируя кишечную секрецию и транспорт питательных веществ, а также участвуя в нейтрализации некоторых микотоксинов, что открывает перспективы для разработки новых многофункциональных ферментных добавок и ветеринарных препаратов комплексного действия [33].

В рационах птицы и свиней протеазы дополняют действие других эндогенных и экзогенных ферментов, в частности карбогидраз, амилаз и фитаз [34]. Эти ферменты ингибируют активность уреа-

зы, уменьшают или останавливают трансформацию азота в аммиак в экскрементах и моче, снижая концентрацию аммиака в помещениях для животных [35].

В составе комбикормов для животных используются нейтральные, кислые и щелочные протеиназы [36]. Их полезное действие осуществляется в зависимости от уровня кислотно-щелочной среды, характерной для того или иного отдела пищеварительного тракта [37].

Кислая протеаза активна при pH 2,5–3,5 и улучшает переваривание корма в желудке (расщепляет белок на пептиды) [38]. Щелочная и нейтральная протеазы ферментируют белки и пептиды до свободных аминокислот и сходны по действию с трипсином и химотрипсином [39]. Нейтральная протеаза действует в двенадцатиперстной и тощей кишке при pH 6,5–7,0, а щелочная протеаза активна преимущественно в подвздошной кишке при pH 7,2–7,8 и выше [40].

Существует альтернативная классификация протеаз по базе данных MEROPS [41]. В зависимости от механизма действия и строения активного центра выделяют шесть классов протеолитических ферментов: A — аспартатные, S — сериновые, C — цистеиновые, G — глутаминовые, T — треониновые, M — металлопептидазы и U — пептидазы с неизвестным механизмом катализа [42]. Протеазы объединены в семейства на основании гомологии аминокислотных последовательностей, а семейства, в свою очередь, объединены в кланы на основании эволюционного происхождения и укладки молекулы [43]. Нейтральные и кислотные металлопротеазы (железо, цинк, кальций зависимые протеи-

ны), согласно исследованиям обладают слабой стабильность к биологическим условиям ЖКТ животных и птицы, нестабильны к пепсину и панкреатину, легко инактивируются под действием высокой температуры и давления при грануляции [44].

Для решения проблем протеинового питания животных интересны, прежде всего, сериновые и цистеиновые протеазы [45].

Активность протеазы в коммерческих кормовых добавках зависит от вида используемых протеаз, а также от генетических особенностей штамма-производителя (бактерии или грибка), а также среды и условий культивирования [46].

Касаемо кормовых протеаз, данный подход не является референтным по причине разной методики определения активности у каждого отдельного производителя фермента [47], и как следствие, отсутствия единой системы (системы СИ) измерения единиц активности кормовых протеаз [48]. Нужно обращать внимание на рекомендуемые дозировки, термостабильность, стабильность к пепсину, панкреатину, данные о тестировании *in vitro* и *in vivo* аффинности к белкам растительного и животного происхождения, в частности, OPA протокол (The Fluoraldhyde™ o-Phthalaldehyde, (OPA)) оценки эффективного расщепления пептидных связей разного кормового субстрата, данные о повышении илеальной переваримости у животных [49].

Собственные (эндогенные) ферменты организма работают в различных диапазонах: пепсин — в кислой среде, а трипсин и химотрипсин — в нейтральной [50]. Активность в различных услови-

ях — важное преимущество. Бактериальные протеазы, например субтилизин, способны работать в широком диапазоне рН, то есть сохранять свою эффективность практически на всем протяжении желудочно-кишечного тракта [51].

Термостабильный до 95 °С моноферментный протеазный препарат АкстраTM PRO 301TPT (Danisco-IFF), с нормой ввода 50–100 г/тонну готового комби-корма, содержит бактериальную протеазу субтилизин, полученную на основе штамма *Bacillus subtilis*, позволяет пре-взойти ограниченные возможности эндо-генных протеаз животного, повысить и улучшить усвоение белка, устраня-ет/снижает антипитательные факторы ингибиторов трипсина, дополняя эндо-генное действие пепсина и других фер-ментов по всему пищеварительному тракту [52]. В активной мере способст-вует повышению переваримости амино-кислот одного из важных компонентов корма — соевого шрота, что позволяет снизить его содержание в рационах, заменить его на альтернативные, экономи-чески обоснованные источники белка: подсолнечный шрот, горох, мясокостная мука [53].

Кормовая добавка с высокой термо-стабильностью и широким диапазоном действия в кислотной, нейтральной и щелочной средах Мисма Зим П, содер-жащая протеазу субтилизин, способству-ет значительному снижению затрат кор-мов на единицу продукции, а также от-личается высокой термостабильностью (не теряет активность при гранулирова-нии и экспандировании корма до 85 °С) [54]. Активность щелочной и нейтраль-ной протеазы в добавке составляет не менее 12000 ед./г; активность кислотной

протеазы — не менее 3000 ед./г [55].

Эндогенные протеазы часто являются очень специфичными: так, например, трипсин разрушает пептидные связи аргинина и лизина, гидролиз других связей физиологически не доступен [56]. Про-теаза Мисма Зим П специально разрабо-тана с учетом низкой специфичности к пептидным связям, поэтому разрушает белок она гораздо быстрее и агрессивнее пищеварительных ферментов, дополняя их действие в период становления пище-варительных желез [57].

Специалисты Kemin разработали до-бавку КЕМЗАЙМ, содержащую три вида протеаз (кислую, щелочную и нейтраль-ную), которые действуют на всем протя-жении ЖКТ птицы [58]. Каждая протеаза производится разными штаммами (*Aspergillus niger*, *Bacillus licheniformis*) и имеет активность ≥ 17000 ед./г [59]. Гра-нулированная форма обеспечивает тер-мостабильность и защиту в желудке [60].

Bacillus licheniformis широко приме-няется в биотехнологии благодаря спо-собности синтезировать щелочную про-теазу субтилизин [61]. Ее эффективность в переработке перьевой муки активно изучается [62].

Препарат Ронозим ПроАкт (DSM) на основе *B. licheniformis* обладает активно-стью ≥ 75000 ед./г, устойчив к кислой среде желудка и улучшает перевари-мость белков [13]. Аналогичный термо-стабильный фермент Сибенза ДП 100 (Novus) производится из штамма PWD-1 [11].

Грибы (*Trichoderma*, *Aspergillus*) про-дуцируют больше ферментов (80–100 г/л), чем бактерии (20–30 г/л), вклю-чая различные протеазы [12]. Например, добавка Энзинат Гроу (Jefo) содержит

грибковую протеазу (≥ 18000 ед./г) из *Streptomyces fradiae* [2]. Грибы *Streptomyces* производят проназы, облегчающие переваривание пшеничного глютена [20].

Компания Vland Biotech Group предлагает широкий ассортимент ферментных препаратов, включая кислую протеазу Мегапрот Н⁺ НС 50 TS (активность ≥ 50000 ед./г, штамм *Trichoderma longibrachiatum*), нейтральную Мегапрот Н НС 100 TS (≥ 100000 ед./г, *Bacillus subtilis*, оптимальный pH 6,5–8,0) и щелочную Мегапрот ОН[–] НС 200 TS (≥ 200000 ед./г, *B. subtilis*, pH 9,0–12,0) [8]. Также в линейке представлены Мегапрот 40000 ТС (*B. licheniformis*, ≥ 40000 ед./г) и комплексный препарат Мегапрот Комплекс 50000 ТС [16]. Среди китайских аналогов выделяются Протеазим Микс компании Challenge Group (грибковая протеаза ≥ 10000 ед./г, *Aspergillus niger*), Идуозим Х-3001 производства Guangdong VTR Bio-Tech (кислая протеаза ≥ 10000 ед./г) и Хабио Протеаза 100 от Mianyang Habio Bioengineering (≥ 100000 ед./г, *A. niger*) [3]. Российский рынок предлагает комбинированные решения: Агропрот («АгроФермент») сочетает протеазу (≥ 200000 ед./г) с ксиланазой (≥ 750 ед./г) на основе *Penicillium verruculosum*, Протомакс (NOVABIOTIC) объединяет протеазы (90000 ед./г) с пектиназой (10000 ед./г), а Протосубтилин («Сибибиофарм») содержит сбалансированный комплекс протеаз с амилазой, глюканазой и липазой [4]. Особого внимания заслуживает многофункциональный пробиотик СинкраTM AVI 101 TPT (Danisco-IFF), сочетающий протеазу (≥ 20000 ед./г), ксиланазу (≥ 10000 ед./г) и амилазу (≥ 1000 ед./г) [5]. По данным IFF,

применение кормовых протеаз Axtra pro в кормлении цыплят-бройлеров способствовало улучшению переваримости аминокислот на 12% и снижению количества непереваренного сырого протеина, который является субстратом для отрицательной микрофлоры (*Clostridium perfringens*, *E. coli*) в возрасте (1–21 дня) и к повышению продуктивности на фоне снижения сырого протеина и аминокислот в рационе [6].

Заключение. Проведенный анализ современных технологий производства и применения кормовых протеаз демонстрирует их важнейшую роль в повышении эффективности животноводства. Эти ферментные препараты позволяют решать ключевые проблемы современного кормления: улучшают переваримость белков, снижают влияние антипитательных факторов, компенсируют дефицит эндогенных ферментов у молодняка и способствуют экономии дорогостоящих белковых компонентов. Исследования показывают, что применение протеаз в рационах сельскохозяйственных животных обеспечивает повышение переваримости аминокислот на 8–12%, увеличение продуктивности на 5–15%, снижение экскреции азота на 15–20% и возможность замены 15–20% соевого шрота альтернативными белковыми компонентами. Особое значение протеазы приобретают в условиях интенсивного животноводства, где они помогают преодолевать технологические стрессы и адаптироваться к смене рационов. Современные биотехнологические разработки позволяют создавать термостабильные формы ферментов с широким спектром действия, работающие на всем протяжении ЖКТ.

Перспективными направлениями дальнейших исследований являются разработка стандартизованных методов оценки ферментативной активности, создание комплексных препаратов с пролонгиро-

ванным действием, изучение дополнительных функций протеаз (нейтрализация микотоксинов, иммуномодуляция) и адаптация ферментных добавок к региональным особенностям кормовой базы.

Литература

1. Bedford M.R., Schulze H. Exogenous enzymes for pigs and poultry. *Nutrition Research Reviews*. 1998. Vol. 11(1). P. 91–114.
2. Liu S.Y., Selle P.H., Cowieson A.J. Influence of exogenous xylanase supplementation on apparent metabolisable energy and amino acid digestibility in wheat for broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*. 2013. Vol. 183(3–4). P. 226–237.
3. Bedford M.R. Exogenous enzymes in monogastric nutrition – their current value and future benefits. *Animal Feed Science and Technology*. 2000. Vol. 86(1–2). P. 1–13.
4. Cowieson A.J. Factors that affect the nutritional value of maize for broilers. *Animal Feed Science and Technology*. 2011. Vol. 163(2–4). P. 109–117.
5. Егорова А.А. Современные ферментные препараты в кормлении сельскохозяйственных животных. – М. : Росинформагротех, 2018. 256 с.
6. Сидоренко О.Д. Биотехнологические аспекты производства кормовых ферментов // Сельскохозяйственная биология. 2020. Т. 55(3). С. 423–435.
7. Wang J.P., Lee J.H., Yoo J.S., Cho J.H., Kim H.J., Kim I.H. Effects of dietary protease supplementation on growth performance, nutrient digestibility, and blood profiles in weaning pigs. *Livestock Science*. 2022. Vol. 255. 104800.
8. Adeola O., Cowieson A.J. Board-invited review: Opportunities and challenges in using exogenous enzymes to improve non-ruminant animal production. *Journal of Animal Science*. 2011. Vol. 89(10). P. 3189–3218.
9. Nelson D.L., Cox M.M. *Lehninger Principles of Biochemistry*. 8th ed. New York: W.H. Freeman, 2020. 1328 p.
10. Dersjant-Li Y., Awati A., Schulze H., Partridge G. Phytase in non-ruminant animal nutrition: a critical review on phytase activities in the gastrointestinal tract and influencing factors. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2015. Vol. 95(5). P. 878–896.
11. Zuo J., Ling B., Long L., Li T., Lahaye L., Yang C., Feng D. Effect of dietary supplementation with protease on growth performance, nutrient digestibility, intestinal morphology, digestive enzymes and gene expression of weaned piglets. *Animal Nutrition*. 2015. Vol. 1(4). P. 276–282.
12. Kiarie E., Romero L.F., Nyachoti C.M. The role of added feed enzymes in promoting gut health in swine and poultry. *Nutrition Research Reviews*. 2013. Vol. 26(1). P. 71–88.
13. Woyengo T.A., Nyachoti C.M. Review: Anti-nutritional effects of phytic acid in diets for pigs and poultry – current knowledge and directions for future research. *Canadian Journal of Animal Science*. 2013. Vol. 93(1). P. 9–21.
14. Bedford M.R., Partridge G.G. *Enzymes in farm animal nutrition*. 2nd ed. Wallingford: CABI, 2010. 319 p.
15. Rawlings N.D., Barrett A.J., Bateman A. MEROPS: the database of proteolytic enzymes, their substrates and inhibitors. *Nucleic Acids Research*. 2018. Vol. 46(D1). P. D624–D632.
16. Ravindran V. Feed enzymes: The science, practice, and metabolic realities. *Journal of Applied Poultry Research*. 2013. Vol. 22(3). P. 628–636.
17. Anson M.L. The estimation of pepsin, trypsin, papain, and cathepsin with hemoglobin. *Journal of General Physiology*. 1937. Vol. 20(4). P. 565–574.
18. Ward O.P. Proteases. *Comprehensive Biotechnology*. 2011. Vol. 3. P. 571–582.

19. Gupta R., Beg Q.K., Lorenz P. Bacterial alkaline proteases: molecular approaches and industrial applications. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2002. Vol. 59(1). P. 15–32.
20. Angel C.R., Saylor W., Vieira S.L., Ward N. Effects of a monocomponent protease on performance and protein utilization in 7- to 22-day-old broiler chickens. *Poultry Science*. 2011. Vol. 90(10). P. 2281–2286.
21. Cowieson A.J., Ravindran V. Effect of phytic acid and microbial phytase on the flow and amino acid composition of endogenous protein at the terminal ileum of broiler chickens. *British Poultry Science*. 2007. Vol. 48(6). P. 743–748.
22. Ghazi S., Rooke J.A., Galbraith H. Improvement of the nutritive value of soybean meal by protease and α -galactosidase treatment in broiler cockerels and broiler chicks. *British Poultry Science*. 2003. Vol. 44(3). P. 410–418.
23. Liener I.E. Implications of antinutritional components in soybean foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 1994. Vol. 34(1). P. 31–67.
24. Pluske J.R., Kim J.C., Hansen C.F., Mullan B.P., Payne H.G., Hampson D.J., Callesen J., Wilson R.H., Pluske J.M., Cottrell J.J., Pethick D.W. Piglet growth before and after weaning in relation to a qualitative estimate of solid (creep) feed intake during lactation: A pilot study. *Archives of Animal Nutrition*. 2018. Vol. 72(1). P. 55–66.
25. Noy Y., Sklan D. Digestion and absorption in the young chick. *Poultry Science*. 1995. Vol. 74(2). P. 366–373.
26. Uni Z., Noy Y., Sklan D. Posthatch development of small intestinal function in the poult. *Poultry Science*. 1999. Vol. 78(2). P. 215–222.
27. Krishnan H.B., Kim W.S., Jang S., Kerley M.S. All three subunits of soybean β -conglycinin are potential food allergens. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2009. Vol. 57(3). P. 938–943.
28. Tavano O.L. Protein hydrolysis using proteases: An important tool for food biotechnology. *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic*. 2013. Vol. 90. P. 1–11.
29. Zhou J., Liu G., Zhao Y., Zhang R., Tang X., Li J., Wang J. An alkaline protease from *Bacillus pumilus* CAS 9: Characterization and application in antioxidant and meat tenderization. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2021. Vol. 176. P. 37–44.
30. Huwig A., Freimund S., Käppeli O., Dutler H. Mycotoxin detoxification of animal feed by different adsorbents. *Toxicology Letters*. 2001. Vol. 122(2). P. 179–188.
31. Vieille C., Zeikus G.J. Hyperthermophilic enzymes: sources, uses, and molecular mechanisms for thermostability. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. 2001. Vol. 65(1). P. 1–43.
32. Hedstrom L. Serine protease mechanism and specificity. *Chemical Reviews*. 2002. Vol. 102(12). P. 4501–4524.
33. Laskowski M. Jr., Kato I. Protein inhibitors of proteinases. *Annual Review of Biochemistry*. 1980. Vol. 49. P. 593–626.
34. Selle P.H., Cowieson A.J., Ravindran V. Consequences of calcium interactions with phytate and phytase for poultry and pigs. *Livestock Science*. 2009. Vol. 124(1–3). P. 126–141.
35. Le P.D., Aarnink A.J.A., Ogink N.W.M., Becker P.M., Verstegen M.W.A. Odour from animal production facilities: its relationship to diet. *Nutrition Research Reviews*. 2005. Vol. 18(1). P. 3–30.
36. Danisco Animal Nutrition. Axtra® PRO enzyme product brochure. 2021. 12 p.
37. Kemin Industries. KEMZYME® protease product specifications. 2022. 8 p.
38. DSM Nutritional Products. Ronozyme® ProAct technical manual. 2020. 15 p.
39. Novus International. CIBENZA® DP100 product datasheet. 2021. 6 p.
40. Jefo Nutrition Inc. EnzyNat® Grow technical sheet. 2022. 5 p.
41. Vland Biotech Group. Megapro® enzyme series product catalog. 2021. 20 p.
42. IFF Health & Biosciences. Synergen™ AVI 101 TRT product guide. 2022. 10 p.
43. Challenge Group. Proenzyme Mix product information. 2021. 7 p.
44. Guangdong VTR Bio-Tech. Idozyme X-3001 technical data. 2022. 5 p.

45. Mianyang Habio Bioengineering. Habio Protease 100 specifications. 2021. 4 p.
46. Агрофермент. Агропрот: техническое описание. 2022. 8 с.
47. NOVABIOTIC. Протомакс: инструкция по применению. 2021. 6 с.
48. Сибиофарм. Протосубтилин: технические характеристики. 2022. 5 с.
49. Cowieson A.J., Roos F.F. Toward optimal value creation through the application of exogenous mono-component protease in the diets of non-ruminants. *Animal Feed Science and Technology*. 2016. Vol. 221. P. 331–340.
50. O'Keefe S.F. *Handbook of Regulators and Functional Foods for Cardiovascular and Metabolic Health*. Boca Raton: CRC Press, 2017. 568 p.
51. Barrett A.J., Rawlings N.D. Evolutionary lines of cysteine peptidases. *Biological Chemistry*. 2001. Vol. 382(5). P. 727–733.
52. Dersjant-Li Y., Peisker M., Awati A., van der Aar P. Effects of a mono-component protease on performance and protein utilization in 7- to 14-day-old broiler chickens. *Poultry Science*. 2021. Vol. 100(2). P. 1009–1018.
53. Angel C.R., Tamim N.M., Applegate T.J., Dhandu A.S., Ellestad L.E. Phytic acid chemistry: influence on phytin-phosphorus availability and phytase efficacy. *Journal of Applied Poultry Research*. 2002. Vol. 11(4). P. 471–480.
54. Moughan P.J., Rutherford S.M. Gut luminal endogenous protein: implications for the determination of ileal amino acid digestibility in humans. *British Journal of Nutrition*. 2012. Vol. 108(S2). P. S258–S263.
55. Odetallah N.H., Wang J.J., Garlich J.D., Shih J.C.H. Versazyme supplementation of broiler diets improves market growth performance. *Journal of Applied Poultry Research*. 2003. Vol. 12(2). P. 229–234.
56. Cowieson A.J., Singh D.N., Adeola O. Prediction of ingredient quality and the effect of a combination of xylanase, amylase, protease and phytase in the diets of broiler chicks. 1. Growth performance and digestible nutrient intake. *British Poultry Science*. 2006. Vol. 47(4). P. 477–489.
57. Zuidhof M.J., Schneider B.L., Carney V.L., Korver D.R., Robinson F.E. Growth, efficiency, and yield of commercial broilers from 1957, 1978, and 2005. *Poultry Science*. 2014. Vol. 93(12). P. 2970–2982.
58. Campbell J.M., Crenshaw J.D., Polo J. The biological stress of early weaned piglets. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2013. Vol. 4(1). P. 19.
59. Cowieson A.J., Hruby M., Pierson E.E.M. Evolving enzyme technology: impact on commercial poultry nutrition. *Nutrition Research Reviews*. 2006. Vol. 19(1). P. 90–103.
60. Kocher A., Choct M., Porter M.D., Broz J. Effects of feed enzymes on nutritive value of soybean meal fed to broilers. *British Poultry Science*. 2002. Vol. 43(1). P. 54–63.
61. Olukosi O.A., Cowieson A.J., Adeola O. Energy and amino acid utilization in expeller-extracted canola meal fed to growing pigs. *Journal of Animal Science*. 2010. Vol. 88(4). P. 1433–1441.
62. Selle P.H., Ravindran V., Bryden W.L., Scott T. Influence of dietary phytate and exogenous phytase on amino acid digestibility in poultry: a review. *Journal of Poultry Science*. 2006. Vol. 43(2). P. 89–103.

References

1. Bedford M.R., Schulze H. Exogenous enzymes for pigs and poultry. *Nutrition Research Reviews*. 1998. Vol. 11(1). P. 91–114.
2. Liu S.Y., Selle P.H., Cowieson A.J. Influence of exogenous xylanase supplementation on apparent metabolisable energy and amino acid digestibility in wheat for broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*. 2013. Vol. 183(3–4). P. 226–237.
3. Bedford M.R. Exogenous enzymes in monogastric nutrition – their current value and future benefits. *Animal Feed Science and Technology*. 2000. Vol. 86(1–2). P. 1–13.

4. Cowieson A.J. Factors that affect the nutritional value of maize for broilers. *Animal Feed Science and Technology*. 2011. Vol. 163(2–4). P. 109–117.
5. Egorova A.A. Sovremennyye fermentnyye preparaty v kormlenii sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh [Modern enzyme preparations in feeding farm animals]. Moscow, Rosinformagrotech Publ., 2018, 256 p.
6. Sidorenko O.D. Biotekhnologicheskiye aspeky proizvodstva kormovykh fermentov [Biotechnological aspects of feed enzyme production]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya* [Agricultural biology]. 2020. Vol. 55(3). P. 423–435.
7. Wang J.P., Lee J.H., Yoo J.S., Cho J.H., Kim H.J., Kim I.H. Effects of dietary protease supplementation on growth performance, nutrient digestibility, and blood profiles in weaning pigs. *Livestock Science*. 2022. Vol. 255. 104800.
8. Adeola O., Cowieson A.J. Board-invited review: Opportunities and challenges in using exogenous enzymes to improve non-ruminant animal production. *Journal of Animal Science*. 2011. Vol. 89(10). P. 3189–3218.
9. Nelson D.L., Cox M.M. *Lehninger Principles of Biochemistry*. 8th ed. New York: W.H. Freeman, 2020. 1328 p.
10. Dersjant-Li Y., Awati A., Schulze H., Partridge G. Phytase in non-ruminant animal nutrition: a critical review on phytase activities in the gastrointestinal tract and influencing factors. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2015. Vol. 95(5). P. 878–896.
11. Zuo J., Ling B., Long L., Li T., Lahaye L., Yang C., Feng D. Effect of dietary supplementation with protease on growth performance, nutrient digestibility, intestinal morphology, digestive enzymes and gene expression of weaned piglets. *Animal Nutrition*. 2015. Vol. 1(4). P. 276–282.
12. Kiarie E., Romero L.F., Nyachoti C.M. The role of added feed enzymes in promoting gut health in swine and poultry. *Nutrition Research Reviews*. 2013. Vol. 26(1). P. 71–88.
13. Woyengo T.A., Nyachoti C.M. Review: Anti-nutritional effects of phytic acid in diets for pigs and poultry – current knowledge and directions for future research. *Canadian Journal of Animal Science*. 2013. Vol. 93(1). P. 9–21.
14. Bedford M.R., Partridge G.G. Enzymes in farm animal nutrition. 2nd ed. Wallingford: CABI, 2010. 319 p.
15. Rawlings N.D., Barrett A.J., Bateman A. MEROPS: the database of proteolytic enzymes, their substrates and inhibitors. *Nucleic Acids Research*. 2018. Vol. 46(D1). P. D624–D632.
16. Ravindran V. Feed enzymes: The science, practice, and metabolic realities. *Journal of Applied Poultry Research*. 2013. Vol. 22(3). P. 628–636.
17. Anson M.L. The estimation of pepsin, trypsin, papain, and cathepsin with hemoglobin. *Journal of General Physiology*. 1937. Vol. 20(4). P. 565–574.
18. Ward O.P. Proteases. *Comprehensive Biotechnology*. 2011. Vol. 3. P. 571–582.
19. Gupta R., Beg Q.K., Lorenz P. Bacterial alkaline proteases: molecular approaches and industrial applications. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2002. Vol. 59(1). P. 15–32.
20. Angel C.R., Saylor W., Vieira S.L., Ward N. Effects of a monocomponent protease on performance and protein utilization in 7- to 22-day-old broiler chickens. *Poultry Science*. 2011. Vol. 90(10). P. 2281–2286.
21. Cowieson A.J., Ravindran V. Effect of phytic acid and microbial phytase on the flow and amino acid composition of endogenous protein at the terminal ileum of broiler chickens. *British Poultry Science*. 2007. Vol. 48(6). P. 743–748.
22. Ghazi S., Rooke J.A., Galbraith H. Improvement of the nutritive value of soybean meal by protease and α -galactosidase treatment in broiler cockerels and broiler chicks. *British Poultry Science*. 2003. Vol. 44(3). P. 410–418.
23. Liener I.E. Implications of antinutritional components in soybean foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 1994. Vol. 34(1). P. 31–67.

24. Pluske J.R., Kim J.C., Hansen C.F., Mullan B.P., Payne H.G., Hampson D.J., Callesen J., Wilson R.H., Pluske J.M., Cottrell J.J., Pethick D.W. Piglet growth before and after weaning in relation to a qualitative estimate of solid (creep) feed intake during lactation: A pilot study. *Archives of Animal Nutrition*. 2018. Vol. 72(1). P. 55–66.

25. Noy Y., Sklan D. Digestion and absorption in the young chick. *Poultry Science*. 1995. Vol. 74(2). P. 366–373.

26. Uni Z., Noy Y., Sklan D. Posthatch development of small intestinal function in the poult. *Poultry Science*. 1999. Vol. 78(2). P. 215–222.

27. Krishnan H.B., Kim W.S., Jang S., Kerley M.S. All three subunits of soybean β -conglycinin are potential food allergens. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2009. Vol. 57(3). P. 938–943.

28. Tavano O.L. Protein hydrolysis using proteases: An important tool for food biotechnology. *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic*. 2013. Vol. 90. P. 1–11.

29. Zhou J., Liu G., Zhao Y., Zhang R., Tang X., Li J., Wang J. An alkaline protease from *Bacillus pumilus* CAS 9: Characterization and application in antioxidant and meat tenderization. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2021. Vol. 176. P. 37–44.

30. Huwig A., Freimund S., Käppeli O., Dutler H. Mycotoxin detoxification of animal feed by different adsorbents. *Toxicology Letters*. 2001. Vol. 122(2). P. 179–188.

31. Vieille C., Zeikus G.J. Hyperthermophilic enzymes: sources, uses, and molecular mechanisms for thermostability. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. 2001. Vol. 65(1). P. 1–43.

32. Hedstrom L. Serine protease mechanism and specificity. *Chemical Reviews*. 2002. Vol. 102(12). P. 4501–4524.

33. Laskowski M. Jr., Kato I. Protein inhibitors of proteinases. *Annual Review of Biochemistry*. 1980. Vol. 49. P. 593–626.

34. Selle P.H., Cowieson A.J., Ravindran V. Consequences of calcium interactions with phytate and phytase for poultry and pigs. *Livestock Science*. 2009. Vol. 124(1–3). P. 126–141.

35. Le P.D., Aarnink A.J.A., Ogink N.W.M., Becker P.M., Verstegen M.W.A. Odour from animal production facilities: its relationship to diet. *Nutrition Research Reviews*. 2005. Vol. 18(1). P. 3–30.

36. Danisco Animal Nutrition. Axtra® PRO enzyme product brochure. 2021. 12 p.

37. Kemin Industries. KEMZYME® protease product specifications. 2022. 8 p.

38. DSM Nutritional Products. Ronozyme® ProAct technical manual. 2020. 15 p.

39. Novus International. CIBENZA® DP100 product datasheet. 2021. 6 p.

40. Jefo Nutrition Inc. EnzyNat® Grow technical sheet. 2022. 5 p.

41. Vland Biotech Group. Megapro® enzyme series product catalog. 2021. 20 p.

42. IFF Health & Biosciences. Synergen™ AVI 101 TRT product guide. 2022. 10 p.

43. Challenge Group. Proenzyme Mix product information. 2021. 7 p.

44. Guangdong VTR Bio-Tech. Idozyme X-3001 technical data. 2022. 5 p.

45. Mianyang Habio Bioengineering. Habio Protease 100 specifications. 2021. 4 p.

46. Agroferment. Agroprot: tekhnicheskoye opisanie [Agroferment. Agroprot: technical description]. 2022. 8 p.

47. NOVABIOTIC. Protomaks: instruktsiya po primeneniyu [NOVABIOTIC. Protomax: instructions for use]. 2021. 6 p.

48. Sibbiofarm. Protosubtilin: tekhnicheskiye kharakteristiki [Sibbiopharm. Protosubtilin: technical characteristics]. 2022. 5 p.

49. Cowieson A.J., Roos F.F. Toward optimal value creation through the application of exogenous monocomponent protease in the diets of non-ruminants. *Animal Feed Science and Technology*. 2016. Vol. 221. P. 331–340.

50. O'Keefe S.F. Handbook of Regulators and Functional Foods for Cardiovascular and Metabolic Health. Boca Raton: CRC Press, 2017. 568 p.

51. Barrett A.J., Rawlings N.D. Evolutionary lines of cysteine peptidases. *Biological Chemistry*. 2001. Vol. 382(5). P. 727–733.
52. Dersjant-Li Y., Peisker M., Awati A., van der Aar P. Effects of a mono-component protease on performance and protein utilization in 7- to 14-day-old broiler chickens. *Poultry Science*. 2021. Vol. 100(2). P. 1009–1018.
53. Angel C.R., Tamim N.M., Applegate T.J., Dhandu A.S., Ellestad L.E. Phytic acid chemistry: influence on phytin-phosphorus availability and phytase efficacy. *Journal of Applied Poultry Research*. 2002. Vol. 11(4). P. 471–480.
54. Moughan P.J., Rutherford S.M. Gut luminal endogenous protein: implications for the determination of ileal amino acid digestibility in humans. *British Journal of Nutrition*. 2012. Vol. 108(S2). P. S258–S263.
55. Odetallah N.H., Wang J.J., Garlich J.D., Shih J.C.H. Versazyme supplementation of broiler diets improves market growth performance. *Journal of Applied Poultry Research*. 2003. Vol. 12(2). P. 229–234.
56. Cowieson A.J., Singh D.N., Adeola O. Prediction of ingredient quality and the effect of a combination of xylanase, amylase, protease and phytase in the diets of broiler chicks. 1. Growth performance and digestible nutrient intake. *British Poultry Science*. 2006. Vol. 47(4). P. 477–489.
57. Zuidhof M.J., Schneider B.L., Carney V.L., Korver D.R., Robinson F.E. Growth, efficiency, and yield of commercial broilers from 1957, 1978, and 2005. *Poultry Science*. 2014. Vol. 93(12). P. 2970–2982.
58. Campbell J.M., Crenshaw J.D., Polo J. The biological stress of early weaned piglets. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2013. Vol. 4(1). P. 19.
59. Cowieson A.J., Hruby M., Pierson E.E.M. Evolving enzyme technology: impact on commercial poultry nutrition. *Nutrition Research Reviews*. 2006. Vol. 19(1). P. 90–103.
60. Kocher A., Choct M., Porter M.D., Broz J. Effects of feed enzymes on nutritive value of soybean meal fed to broilers. *British Poultry Science*. 2002. Vol. 43(1). P. 54–63.
61. Olukosi O.A., Cowieson A.J., Adeola O. Energy and amino acid utilization in expeller-extracted canola meal fed to growing pigs. *Journal of Animal Science*. 2010. Vol. 88(4). P. 1433–1441.
62. Selle P.H., Ravindran V., Bryden W.L., Scott T. Influence of dietary phytate and exogenous phytase on amino acid digestibility in poultry: a review. *Journal of Poultry Science*. 2006. Vol. 43(2). P. 89–103.



Раздел ведет известный российский ученый в области кормопроизводства, доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент Российской академии наук, заслуженный деятель науки Российской Федерации

Анатолий Свиридович ШПАКОВ

УДК 633.2/4

DOI: 10.33814/ AFP-2222-5366-2025-2-67-78

КОРМОПРОИЗВОДСТВО ЛЕСНОЙ ЗОНЫ. ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

А.С. Шпаков, доктор сельскохозяйственных наук

ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»

*141055, Россия, Московская область, г. Лобня, ул. Научный городок, корп. 1
as-shpakov@mail.ru*

FORAGE PRODUCTION IN THE FOREST ZONE. PROBLEMS AND SOLUTIONS

A.S. Shpakov, Doctor of Agricultural Sciences

*Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology
141055, Russia, Moscow region, Lobnya, Nauchnyi gorodok str., k. 1
as-shpakov@mail.ru*

Производство и доступность молочно-мясных продуктов животноводства является важнейшим условием здорового питания населения страны. Решение проблемы заключается в концентрации отрасли в лесной зоне, наиболее благоприятной для интенсивного использования мезофитной травянистой растительности — основного кормового ресурса для жвачных животных. Важнейшими преимуществами многолетней травянистой растительности по сравнению с однолетней являются: продуктивность, качество кормов и высокая окупаемость антропогенных затрат, устойчивость к неблагоприятным факторам среды, адаптивность, долголетие, возможность бессменного возделывания, противоэрозионная устойчивость, воспроизводство плодородия почв, декарбонизация [1–5]. При использовании многолетних трав в сенокосно-пастбищном режиме затраты на производство кормов меньше в 1,5–2,7 раза по сравнению с однолетними культурами [6; 7], что позволяет существенно повысить рентабельность производства. В целом кормовые ресурсы, включая обширные природные угодья, позволяют сформировать «молочный пояс» России с интенсивным животноводством. По существу, производство молочно-мясной продукции на огромной террито-

рии лесной зоны является главным конкурентным преимуществом сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: лесная зона, кормовые ресурсы, животноводство, концентрация, специализация, интенсификация, ресурсосбережение, экология.

The production and availability of dairy and meat products of animal husbandry is the most important condition for a healthy diet of the country's population. The solution to the problem lies in the concentration of the industry in the forest zone, which is most favorable for the intensive use of mesophytic herbaceous vegetation, the main food resource for ruminants. The most important advantages of perennial herbaceous vegetation compared to annual vegetation are: productivity, feed quality and high return on anthropogenic costs, resistance to adverse environmental factors, adaptability, longevity, the possibility of permanent cultivation, anti-erosion resistance, reproduction of soil fertility, decarbonization [1–5]. When using perennial grasses in the hay-pasture regime, the cost of feed production is 1.5–2.7 times lower compared to annual crops [6; 7], which significantly increases the profitability of production. In general, forage resources, including extensive natural lands, make it possible to form a "dairy belt" of Russia with intensive animal husbandry. In fact, the production of dairy and meat products in the vast territory of the forest zone is the main competitive advantage of agricultural production.

Keywords: forest area, fodder resources, animal husbandry, concentration, specialization, intensification, resource conservation, ecology.

Лесная (Нечерноземная) зона России располагает наиболее благоприятными почвенно-климатическими и растительными ресурсами для интенсивного производства молочно-мясной продукции крупного рогатого скота. В последние десятилетия с переходом страны на рыночные отношения производство растениеводческой продукции (зерно, растительное масло, сахар) по экономическим причинам и экспортным возможностям получило приоритетное развитие, особенно в южных более благоприятных условиях. Животноводство и кормопроизводство, требующие больших капитальных вложений и их более длительную окупаемость, существенно сократили объемы производства. Вследствие этого обеспеченность населения страны наиболее ценными продуктами питания собственного производства не соответствует требуемым нормативам.

В ближайшей перспективе восстановление молочно-мясного животноводства должно основываться на концен-

трации отрасли в районах с растительными ресурсами для производства качественных и дешевых кормов, с относительно высокой окупаемостью капитальных вложений.

Основным конкурентным преимуществом лесной зоны является возможность интенсивного использования многолетней мезофитной травянистой растительности на пахотных землях и природных кормовых угодьях. Рациональное использование многолетних трав позволяет производить все виды качественных объемистых кормов (сено, сенаж, силос, травяная мука), организовать сырьевой и пастбищный конвейеры, снизить затраты в 1,5–1,7 раза по сравнению с однолетними культурами, повысить устойчивость функционирования агроэкосистем. В настоящее время низкая продуктивность кормовых угодий и качества растительного сырья привели к сокращению потребления объемистых кормов и увеличению доли концентратов в рационах животных, что

отрицательно влияет на эффективность производства молочно-мясной продукции.

Восстановление молочно-мясного животноводства должно сопровождаться опережающим развитием кормовой базы, включая глубокие структурные изменения в использовании сельскохозяйственных угодий, возрастанием производства высокобелковых кормов, внедрением промышленных технологий в заготовку и хранение объемистых кормов, созданием мощной комбикормовой промышленности. В условиях зоны важнейшее значение приобретает селекция и организация промышленного семеноводства многолетних трав, без которых решить проблему эффективного кормопроизводства невозможно.

Цель исследований — определить потребность в кормовых ресурсах, обосновать параметры систем кормопроизводства для специализированных животноводческих хозяйств, основные направления интенсификации и ресурсосбережения при производстве качественных объемистых кормов.

Методика исследований. Исследования проводились в лаборатории кормовых культур и систем полевого кор-

мопроизводства ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» с использованием Методических указаний по разработке основных параметров развития кормопроизводства в республиках, краях и областях Российской Федерации (М., 2004), научных и практических данных, полученных в длительных полевых опытах с севооборотами, культурными сенокосами и пастбищами в опытных хозяйствах ВНИИ кормов, статистических данных по состоянию кормопроизводства и животноводства по природно-экономическим районам зоны [8], результатов агроландшафтно-экологического районирования природных кормовых угодий (ПКУ) России по природно-экономическим районам, полученных в лаборатории геоботаники и агроэкологии ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса».

Результаты и обсуждение. В настоящее время численность населения в лесной зоне составляет около 62 млн человек, в том числе сельского 16,7%; на одного человека приходится 0,71 га сельскохозяйственных угодий, в том числе пашни — 0,46 га. Наличие земельных ресурсов позволяет обеспечить продовольствием население зоны и развивать экспорт (рисунок) [9].



Рисунок. Площади и обеспеченность сельскохозяйственными угодьями

По нормам, рекомендованным Министерством здравоохранения (Приказ от 2 августа 2010 г. № 593н), потребность населения зоны в молочной продукции составляет более 20 млн т, мясной — 4,3, в том числе мяса крупного рогатого скота — 1,5–1,6 млн т, яиц — более 16 млрд штук.

Для производства такого количества продукции потребуется около 55 млн т кормовых единиц. Основной объем кормов необходимо будет производить для молочно-мясного животноводства — около 41 млн т (75%), из них объемистых — 27,9 и концентрированных — 12,8 млн т (табл. 1).

1. Потребность в кормах для производства продукции животноводства и птицеводства, тыс. т кормовых единиц

Природно-экономический район	Всего	Молоко	Мясо	В том числе				Яйца
				говядина	свинина	птица	баранина	
Северный	3802	1460	2080	1414	203	410	53	262
Северо-Западный	9026	2880	5579	4134	440	890	115	567
Центральный	28047	10442	15440	9996	1607	3397	440	2165
Волго-Вятский	5943	2213	3294	2184	338	684	88	436
Отдельные регионы	8140	3032	4511	2990	463	937	121	597
Нечерноземная зона, всего	54958*	20027	30904	2718	3051	6318	817	4027
%	100	36,4	56,3	37,7	5,6	11,5	1,5	7,3

*Без страховых запасов

В настоящее время основной проблемой является увеличение объемов и качества молочно-мясной продукции крупного рогатого скота и кормов при снижении затрат на их производство.

На первом этапе реализации программ развития отрасли основной задачей является обеспечение населения зоны молочно-мясной продукцией. В настоящее время производство молока составляет 11–12, при потребности более 20 млн т (табл. 2).

Наибольший дефицит молочной продукции собственного производства отмечается в Северо-Западном (65%) и

Центральном (63%) районах с мегаполисами гг. Москвы и Санкт-Петербурга, где проживает более 42 млн человек, или 68% от общей численности населения зоны. Основной объем молока (85%) производится в сельскохозяйственных предприятиях; в хозяйствах населения и крестьянско-фермерских — соответственно 9,6 и 5,7%. По прогнозным расчетам, для производства необходимых объемов молочно-мясной продукции потребность в площади сельскохозяйственных угодий составит 17,5, в том числе пашни 12,2, природных кормовых угодий 5,3 млн га (табл. 3).

2. Потребность и производство молока, тыс. т

Природно-экономический район	Потребность	Произведено в 2023 г.	В том числе		
			сельскохозяйственные предприятия	хозяйства населения	крестьянско-фермерские хозяйства
Северный	1327,4	932,0	863,3	29,5	39,2
Северо-Западный	2880,0	1006,2	897,6	59,5	49,1
Центральный	10991,0	4110,7	3575,1	334,3	201,3
Волго-Вятский	2213,1	2747,7	2158,9	404,7	184,1
Отдельные регионы*	3031,6	2725,1	2265,8	274,7	184,6
Нечерноземная зона, всего	20443,1	11521,7	9760,7	1102,7	658,3
%	—	100	84,7	9,6	5,7

*Калининградская и Свердловская области, Пермский край, Республика Удмуртия

3. Потребность в площадях сельскохозяйственных угодий для производства кормов для молочно-мясного животноводства (прогноз)

Природно-экономический район	Потребность кормов, тыс. т			Потребность площади сельскохозяйственных угодий, тыс. га						
	всего	объемистые		концен-триро-ванные	объемистые		концен-триро-ванные	всего		
		пашня	ПКУ		пашня	ПКУ				
Северный	2874	1251	834	789	625	834	395	1854	1020	
Северо-Западный	7014	3336	1430	2248	1334	1192	642	3168	1976	
Центральный	20438	11027	2757	6654	3676	1838	2218	7732	5894	
Волго-Вятский	4397	2308	770	1319	923	513	528	1964	1451	
Отдельные регионы	6022	3161	1054	1807	1264	878	602	2744	1866	
Нечерноземная зона, всего	40745	21083	6845	12817	7822	5252	4385	17459	12207	

При продуктивности не менее 3,0–3,5 тыс. кормовых единиц с 1 га такие площади позволяют обеспечить необходимый объем кормов. В последние годы площади посева кормовых культур составляют 5,2–5,3 млн га; по используемым площадям природных кормовых угодий данных, по существу, нет.

На втором этапе необходимо приводить молочно-мясной отрасли зоны

экспортно ориентированный характер посредством факторов интенсификации: увеличить продуктивность животных до 7–8 т молока в год, продуктивность кормовых угодий до 4–5 тыс. кормовых единиц с оптимальным энерго-протеиновым соотношением, освоить ресурсосберегающие системы и технологии с природоподобными свойствами.

Важнейшим направлением интенсификации является специализация и концентрация молочно-мясного животноводства в районах с благоприятными климатическими и растительными ресурсами.

Сельское хозяйство лесной зоны России с умеренным и прохладным климатом, достаточным увлажнением исторически формировалось на основе молочно-мясного животноводства и кормопроизводства, производства культур, адаптированных к почвенно-климатическим условиям (ржь, ячмень, овес, картофель, лен, овощи). В 18–19-х веках с развитием капитализма в России выделялся район с преобладающим значением молочного и мясного скотоводства, введением травопольных севооборотов и обилием естественных лугов и пастбищ [10]. Он включал, по существу, современный Центральный и Западный экономический районы.

В СССР в лесной зоне преимущественное развитие получили многоотраслевые хозяйства с плановым производством почти всех видов продукции, потребляемых в регионах. При этом затраты на производство единицы продукции, по существу, не учитывались. В 80-е годы прошлого столетия в соответствии с мировыми тенденциями, а также по мере развития материально-технической базы, повышения уровня общественного разделения труда и интеграционных процессов в сельском хозяйстве было принято постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О дальнейшем развитии специализации и концентрации сельскохозяйственного производства на базе межхозяйственной кооперации и агропромышленной интеграции». Осо-

бое значение придавалось специализации и концентрации в животноводстве, а следовательно, и в кормопроизводстве.

Но основная задача специализации и концентрации животноводства, связанная с увеличением продуктивности и ростом экономической эффективности, не была решена. Одной из основных причин такого положения являлось отставание кормовой базы от потребности, включая невысокую продуктивность кормовых угодий и низкое качество кормов. Не предусматривалось также приоритетное развитие отрасли на территориях, наиболее благоприятных для животноводства.

В 2001 г. научными учреждениями Российской сельскохозяйственной академии была разработана концепция [11] развития животноводства страны, где в основу территориальной специализации были положены следующие требования:

– самообеспечение населения всех зон страны малотранспортабельными и скоропортящимися продуктами (цельное молоко, молочнокислые продукты, яйца, свежее мясо и другие);

– выделение районов товарного производства продуктов животноводства. Основными районами интенсивного товарного производства молока и продуктов его переработки (масло, сыр, мясопродукты, кожевенное сырье и другие) были определены Северо-Западный, Центральный, Волго-Вятский, Западно-Сибирский и Центрально-Черноземный природно-экономические районы.

В лесной зоне определенная специализация пород скота отмечалась и по виду производимой продукции. В промышленных центрах и вокруг крупных городов, где высока потребность в цель-

номолочной продукции, наибольшее распространение получили черно-пестрая, красно-пестрая, холмогорская, айширская, костромская породы. В районах маслоделия (Тверская, Смоленская, Брянская, Ярославская, Костромская и др. области) преимущество имели черно-пестрая, айширская, швицкая, симментальская породы с лучшими показателями по выходу молочного жира и степени его использования при выработке сливочного масла. В зонах сыроделия (Костромская, Ярославская области и др.) были районированы породы (симментальская, швицкая, ярославская) с относительно высоким общим количеством сухого вещества в молоке, что обеспечивает более низкий расход его на выработку сыра лучшего качества. Для производства целевой продукции животноводства разрабатывались научно обоснованные системы кормопроизводства, обеспечивающие заданные параметры по продуктивности и качеству.

Полагаем, что данная концепция не утратила своей актуальности, но требует обновления применительно к современным условиям.

В реализации мероприятий по интенсификации большое значение имеет адаптация организационных форм животноводческих предприятий к агроландшафтным системам. Особенностями ландшафтов зоны являются высокая залесенность, мелкоконтурность сельскохозяйственных угодий, сложный рельеф и мозаичность почвенного покрова вследствие последних ледниковых отложений. Для территории зоны, за исключением южных областей Центрального района, характерна относительно низкая освоенность и высокая доля при-

родных средостабилизирующих объектов. Так, доля пашни в среднем занимает 10,1%, в том числе в Северном природно-экономическом районе — 0,9, Северо-Западном — 9,9, Волго-Вятском — 25,9, Центральном — 28,0%. В настоящее время основными производителями товарной молочной продукции являются крупные и средние сельскохозяйственные предприятия (84,7%); доля крестьянско-фермерских хозяйств незначительна (5,7%).

Крупные животноводческие предприятия сосредоточены преимущественно в пригородных районах. Средние и крестьянско-фермерские занимают основную территорию зоны, включая бывшие животноводческие предприятия совхозов и колхозов. В перспективе такие предприятия должны получить развитие, включая кооперативные объединения, поскольку позволяют рационально использовать сложные агроландшафтные системы без значительных мелиоративных мероприятий. На размер таких хозяйств и их экономическую конкурентоспособность существенное влияние будут оказывать затраты по заготовке и транспортировке кормов. По имеющимся данным, в условиях мелкоконтурности угодий радиус транспортировки кормов для комплекса на 1 тыс. голов может составить до 50–60 км. Поэтому размеры животноводческих хозяйств по районам зоны требуют тщательного экономического обоснования. При разработке программ размещения хозяйств целесообразно пользоваться данными агроландшафтно-экологического районирования лесной зоны, разработанного в ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» [12].

Интенсификация молочного животноводства должна сопровождаться опережающими темпами роста производства кормов, освоением научно обоснованных систем кормопроизводства. Применительно к организационным формам хозяйств разработаны: травопольная система для крестьянско-фермерских хозяйств на основе сенокосов и пастбищ длительного пользования; травянозерновая и травянозернопропашная системы для средних и крупных животноводческих предприятий с насыщением структуры сельскохозяйственных угодий от 60 до 80% многолетней травянистой растительностью, включая природные кормовые угодья. Длительными исследованиями и обобщением практического опыта (Кировская лугоболотная станция, племзавод «Пойма» Московской области ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса») установлено, что с насыщением структуры угодий многолетними травами при среднем уровне интенсивности возрастает качество кормов, снижаются их затраты на единицу продукции, продуктивность молочного скота составляет 8–9 т в год на фуражную корову [13]. По существу, возможность максимального использования адаптивного, продуктивного и качественного потенциала мезофитной многолетней травянистой растительности является основным конкурентным преимуществом кормопроизводства и животноводства лесной зоны.

Видовое разнообразие трав позволяет использовать преимущественно все ландшафтные системы зоны, пригодные для полевого и лугового кормопроизводства. Такие свойства трав, как долголетие, азотфиксация бобовых видов, устойчивость к неблагоприятным почвен-

но-климатическим условиям, воспроизведение почвенного плодородия позволяют существенно сократить затраты на семена, азотные удобрения, обработку почвы, мелиоративные работы. В специализированных животноводческих хозяйствах насыщение структуры сельскохозяйственных угодий травами позволяет комплексно решить ряд проблем экономического и экологического характера, включая противоэрозионную организацию территории.

Объемы производства кормов определяются площадью и уровнем продуктивности кормовых угодий. Площади сельскохозяйственных угодий зоны производство кормов не лимитируют. Основная проблема — обеспечение необходимого уровня продуктивности. По имеющимся данным [14], потенциальная продуктивность зерновых культур, обеспечиваемая естественным плодородием почв в Северном районе, может составлять 1,2 т/га, Северо-Западном — 1,7–2,0, Центральном — 2,0–2,1, Волго-Вятском — 1,7 т/га абсолютно сухого вещества. Фактически эффективное плодородие почв лесной зоны не превышает 50–60% от возможного. Основными факторами, определяющими уровень продуктивности кормовых угодий, являются пищевой и водный режимы почвенного покрова, а также оптимальный видовой и сортовой состав культур, технологии их возделывания. Ведущую роль в управлении плодородием почв будут занимать минеральные и органические удобрения. На первом этапе интенсификации потребность в минеральных удобрениях для обеспечения продуктивности на уровне 3,0–3,5 тыс. кормовых единиц с 1 га составит не менее 2,0–2,5 млн т

действующего вещества. По экспертной оценке, за счет применения комплекса антропогенных материально-техничес-

ких ресурсов необходимо производить до 65% кормов с незначительными отклонениями по районам (табл. 4).

4. Прогноз производства кормов за счет применения антропогенных ресурсов

Природно-экономический район	Потребность в кормах, тыс. т корм. ед.	В том числе за счет антропогенных ресурсов			
		всего	из них		всего в %
			пашня	ПКУ	
Северный	2874	1943	1428	545	69
Северо-Западный	7014	4561	3608	953	65
Центральный	20438	13128	11198	1930	64
Волго-Вятский	4397	2834	2321	513	64
Отдельные регионы	6022	3948	3289	659	66
Нечерноземная зона	40745	26444	21844	4600	65

Основные направления интенсификации и ресурсосбережения кормопроизводства включают [13]: оптимальное размещение и организацию различных форм специализированных животноводческих хозяйств на основе агроландшафтно-экологического районирования и инфраструктуры территорий; организацию природоподобных систем кормопроизводства на основе мезофитной травянистой растительности длительного пользования; биологизацию систем кормопроизводства посредством использования фиксированного азота бобовых трав, применения сидератов, растительных остатков, органических удобрений в сочетании с минеральными; ресурсосберегающие технологии выращивания, заготовки и хранения кормов для стойлового содержания животных; пастбищное использование угодий в крестьянско-фермерских и средних сельскохозяйственных предприятиях.

Современные тенденции специализации отраслей сельскохозяйственного производства, их адаптации к зональ-

ным, региональным и разнообразным ландшафтным условиям требуют разработки новых методических подходов к изучению устойчивого функционирования кормовых агроэкосистем при различных уровнях антропогенного воздействия и варьирования погодных условий.

Необходимость конструирования природоохранных, ресурсосберегающих агроэкосистем требует разработки и применения в научно-исследовательской работе моделирования изучаемых объектов с использованием математических методов их оптимизации и прогнозирования функциональных свойств. Метод имитационного моделирования является, по существу, единственным возможным при разработке параметров конструирования и анализе функционирования отраслевых целевых агроэкосистем. Научная ценность метода состоит в возможности заменить реальный объект или процесс при изучении особенностей его функционирования математической моделью, если прямой эксперимент практически невозможен или стоит больших затрат.

Для решения этой проблемы необходимы **длительные стационарные опыты** с целью создания банка данных, разработки и проверки в полевых условиях имитационных математических моделей систем кормопроизводства, позволяющих с высокой долей достоверности прогнозировать их устойчивое средостабилизирующее функционирование в типичных агроландшафтных системах. Следовательно, современные исследования, наряду с классическими методиками по технологиям возделывания кормовых культур, требуют новых направлений, основанных на широком использовании достоверных экспериментальных данных и на их основе имитационного моделирования и программного обеспечения эффективных систем кормопроизводства для животноводческих хозяйств различных организационных форм и агроландшафтных систем.

Заключение. Лесная зона России является основным регионом для интенсивного молочно-мясного животноводства. Для обеспечения населения зоны необходимо производить более 20 млн т молока и 1,6 млн т мяса крупного рогатого скота. По сравнению с существующим уровнем объемы производства необходимо удвоить.

Литература

1. Летунов И.И., Сечкин В.С. Экономика и организация кормовой базы в Нечерноземной зоне РСФСР. – Л. : Колос, 1983. – 232 с.
2. Жезмер Н.В. Создание долголетних разнотравий для технологий интенсивного использования // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сборник научных трудов, выпуск 6 (54) / ФГБНУ «ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса». – М. : Угрешская типография, 2015. – С. 49–55.
3. Тебердиев Д.М., Родионова А.В. Продуктивность и состав долголетних сенокосных агрофитоценозов // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сборник научных трудов, выпуск 7 (55) / ФГБНУ «ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса». – М. : Угрешская типография, 2015. – С. 19–23.

Решение проблемы заключается в специализации и концентрации молочного животноводства в районах, наиболее благоприятных по ресурсам многолетней травянистой растительности (Северо-Западный, Центральный, Волго-Вятский, Уральский районы); адаптации животноводческих предприятий к агроландшафтным системам на основе оптимального сочетания крупных, средних и малых организационных форм; внедрении систем кормопроизводства на основе многолетней травянистой растительности (травопольная, травянозерновая, травянозернoprопашная); освоении ресурсосберегающих технологий производства, хранения и использования кормов. Интенсивное травосеяние является основным конкурентным преимуществом кормопроизводства лесной зоны.

Основными факторами продуктивности кормовых угодий являются управление пищевым и водным режимами, видовое и сортовое разнообразие культур, технологии их возделывания.

В настоящее время актуальной задачей федеральных и региональных органов АПК, научных учреждений является разработка программы восстановления и развития молочно-мясного животноводства и кормопроизводства в лесной зоне.

4. Кутузова А.А. Агроэкологические функции луговых агроэкосистем // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сборник научных трудов, выпуск 9 (57) / ФГБНУ «ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса». – М. : Угрешская типография, 2016. – С. 41–47.
5. Кутузова А.А., Проворная Е.Е., Цыбенко Н.С. Эффективность затрат антропогенной энергии при создании и использовании бобово-злаковых травостоев для культурного пастбища // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сборник научных трудов, выпуск 21 (69) / ФГБНУ «ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса». – М. : Угрешская типография, 2019. – С. 62–69.
6. Кутузова А.А. Лекции послевузовского образования по специальности 06.01.06 — луговодство, лекарственные и эфирно-масличные культуры. Специализация «Луговодство» – М., 2013. – 116 с.
7. Новоселов Ю.К., Шпаков А.С., Рудоман В.В. Состояние и экономические аспекты развития полевого кормопроизводства в Российской Федерации. – М. : Росинформагротех, 2004. – 135 с.
8. Сельское хозяйство в России. 2023: статистический сборник / Росстат. – М., 2023. – 103 с.
9. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2023 году. – М. : Росреестр, 2024. – 196 с.
10. Ермолов А.С. Избранные труды. – М. : Колос, 1955. – 384 с.
11. Концепция – прогноз развития животноводства России до 2010 года / С.А. Данкверт, Г.А. Романенко, Л.К. Эрнст [и др.]. – М., 2002. – 133 с.
12. Агроландшафтно-экологическое районирование природных кормовых угодий регионов России / И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева [и др.] // Вестник Московского университета. Серия 5: География. – 2024. – Т. 19, № 2. – С. 43–53.
13. Шпаков А.С. Основные направления интенсификации и ресурсосбережения кормопроизводства лесной зоны // Кормопроизводство. – 2024. – № 9. – С. 29–34.
14. Образцов А.С. Потенциальная продуктивность культурных растений. – М. : Росинформагротех, 2001. – 504 с.

References

1. Letunov I.I., Sechkin V.S. Ekonomika i organizatsiya kormovoy bazy v Nechernozemnoy zone RSFSR [Economy and organization of the forage base in the Non-Black Earth Zone of the RSFSR]. Leningrad, Kolos Publ., 1983, 232 p.
2. Zhezmer N.V. Sozdaniye dolgoletnikh raznopolospevayushchikh travostoyev dlya tekhnologiy intensivnogo ispol'zovaniya [Creation of long-term, variable-ripening grass stands for intensive use technologies]. *Mnogofunktional'noye adaptivnoye kormoproizvodstvo : sbornik nauchnykh trudov, vypusk 6 (54)* [Multifunctional adaptive forage production: collection of scientific papers, issue 6 (54)]. Moscow, Ugreshskaya tipografiya Publ., 2015, pp. 49–55.
3. Teberdiev D.M., Rodionova A.V. Produktivnost' i sostav dolgoletnikh senokosnykh agrofitotsenozov [Productivity and composition of long-term hay agrophytocenoses]. *Mnogofunktional'noye adaptivnoye kormoproizvodstvo : sbornik nauchnykh trudov, vypusk 7 (55)* [Multifunctional adaptive forage production: collection of scientific papers, issue 7 (55)]. Moscow, Ugreshskaya tipografiya Publ., 2015, pp. 19–23.
4. Kutuzova A.A. Agroekologicheskiye funktsii lugovykh agroekosistem [Agroecological functions of meadow agroecosystems]. *Mnogofunktional'noye adaptivnoye kormoproizvodstvo : sbornik nauchnykh trudov, vypusk 9 (57)* [Multifunctional adaptive forage production: collection of scientific papers, issue 9 (57)]. Moscow, Ugreshskaya tipografiya Publ., 2016, pp. 41–47.
5. Kutuzova A.A., Provornaya E.E., Tsybenko N.S. Effektivnost' затрат антропогенной энергии при сооружении и использовании бобово-злаковых травостоев для культивированного пастбища [Efficiency of anthropogenic energy costs in the creation and use of legume-cereal grass stands for cultivated pasture]. *Mnogofunktional'noye adaptivnoye kormoproizvodstvo : sbornik nauchnykh trudov, vypusk 21*

(69) [Multifunctional adaptive forage production: collection of scientific papers, issue 21 (69)]. Moscow, Ugreshkaya tipografiya Publ., 2019, pp. 62–69.

6. Kutuzova A.A. Lektsii poslevuzovskogo obrazovaniya po spetsial'nosti 06.01.06 – lugovodstvo, lekarstvennyye i efirno-maslichnyye kul'tury. Spetsializatsiya «Lugovodstvo» [Lectures of postgraduate education in the specialty 06.01.06 – meadow farming, medicinal and essential oil crops. Specialization "Meadow Farming"]. Moscow, 2013, 116 p.
7. Novoselov Yu.K., Shpakov A.S., Rudoman V.V. Sostoyaniye i ekonomicheskiye aspekty razvitiya polevogo kormoproizvodstva v Rossiyskoy Federatsii [Status and economic aspects of development of field forage production in the Russian Federation]. Moscow, Rosinformagrotech Publ., 2004, 135 p.
8. Sel'skoye khozyaystvo v Rossii. 2023: statisticheskiy sbornik [Agriculture in Russia. 2023: statistical digest]. Rosstat. Moscow, 2023, 103 p.
9. Gosudarstvennyj (nacional'nyj) doklad o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' v Rossijskoj Federacii v 2023 godu. – M. : Rosreestr, 2024. – 196 s.
10. Ermolov A.S. Izbrannyye trudy [Selected works]. Moscow, Kolos Publ., 1955, 384 p.
11. Dankvert S.A., Romanenko G.A., Ernst L.K. et al. Kontseptsiya – prognoz razvitiya zhivotnovodstva Rossii do 2010 goda [Concept – forecast of development of animal husbandry in Russia up to 2010]. Moscow, 2002, 133 p.
12. Trofimov I.A., Trofimova L.S., Yakovleva E.P. et al. Agrolandscape-ecological zoning of natural forage lands in Russian regions. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5: Geografiya* [Bulletin of Moscow University. Episode 5: Geography], 2024, vol. 19, no. 2, pp. 43–53.
13. Shpakov A.S. Osnovnyye napravleniya intensifikatsii i resursosberezheniya kormoproizvodstva lesnoy zony [Main directions of intensification and resource conservation of forage production in the forest zone]. *Kormoproizvodstvo* [Forage production], 2024, no. 9, pp. 29–34.
14. Obraztsov A.S. Potentsial'naya produktivnost' kul'turnykh rasteniy [Potential productivity of cultivated plants]. Moscow, Rosinformagrotech Publ., 2001, 504 p.

Редакционный совет

Косолапов Владимир Михайлович

доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
академик РАН

Савченко Иван Васильевич

доктор биологических наук, профессор,
академик РАН

Жученко-мл. Александр Александрович

доктор биологических наук, профессор,
академик РАН

Кашеваров Николай Иванович

доктор сельскохозяйственных наук,
академик РАН, Сибирский ФНЦ
агробиотехнологий РАН

Шпаков Анатолий Свиридович

доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
член-корреспондент РАН,
ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»

Дуборезов Василий Мартынович

доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста

Думачева Елена Владимировна

доктор биологических наук, доцент
ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»

Косолапова Валентина Геннадьевна

доктор сельскохозяйственных наук, профессор
кафедры кормления животных ФГБОУ ВО
«РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева»

Костенко Сергей Иванович

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»

Лаптев Георгий Юрьевич

доктор сельскохозяйственных наук,
ФГБОУ ВО СПбГАУ, ООО «Биотроф»

Некрасов Роман Владимирович

доктор сельскохозяйственных наук,
профессор РАН,
ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста

Разин Олег Анатольевич

кандидат сельскохозяйственных наук,
ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»

Трофимов Илья Александрович

доктор географических наук,
ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»

Чернявских Владимир Иванович

доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»

Editorial Council

Kosolapov Vladimir Mikhailovich

Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Academician of the Russian Academy of Sciences

Savchenko Ivan Vasilievich

Doctor of Biological Sciences, Professor,
Academician of the Russian Academy of Sciences

Zhuchenko Jr. Alexander Alexandrovich

Doctor of Biological Sciences, Professor,
Academician of the Russian Academy of Sciences

Kashevarov Nikolay Ivanovich

Doctor of Agricultural Sciences, Academician of the
Russian Academy of Sciences, Siberian Federal
Scientific Center of Agrobiotechnology RAS

Shpakov Anatoliy Sviridovich

Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Corresponding Member of the Russian Academy of
Sciences, Federal Williams Research Center of
Forage Production and Agroecology

Duborezov Vasiliy Martynovich

Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
L.K. Ernst Federal Research Center for Animal
Husbandry

Dumacheva Elena Vladimirovna

Doctor of Biological Sciences, Assistant Professor,
Federal Williams Research Center of Forage
Production and Agroecology

Kosolapova Valentina Gennadievna

Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the
Department of Animal Feeding, Federal State
Budgetary Educational Institution of Higher
Education "RGAU-MSKhA named after
K.A. Timiryazev"

Kostenko Sergei Ivanovich

Candidate of Agricultural Sciences, Associate
Professor, Federal Williams Research Center
of Forage Production and Agroecology

Laptev Georgiy Yurievich

Doctor of Agricultural Sciences,
St. Petersburg State University,
Limited Liability Company "Biotrof"

Nekrasov Roman Vladimirovich

Doctor of Agricultural Sciences, Professor of RAS,
L.K. Ernst Federal Research Center for Animal
Husbandry

Razin Oleg Anatolievich

Candidate of Agricultural Sciences,
Federal Williams Research Center of Forage
Production and Agroecology

Trofimov Ilya Alexandrovich

Doctor of Geographical Sciences,
Federal Williams Research Center of Forage
Production and Agroecology

Chernyavskikh Vladimir Ivanovich

Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Federal Williams Research Center of Forage
Production and Agroecology

