

АФР АДАПТИВНОЕ КОРМОПРОИЗВОДСТВО

Научный журнал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», № 1 (март) 2023



**НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ
«АДАПТИВНОЕ КОРМОПРОИЗВОДСТВО»**

№ 1 (март) 2023

DOI: <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2023-1>

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,
заместитель директора 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
Факс: +7(495) 577 71 07

**SCIENTIFIC-PRACTICAL INTERNATIONAL ON-LINE JOURNAL
ADAPTIVE FODDER PRODUCTION**

№ 1 (March) 2023

DOI: <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2023-1>

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,
Deputy Director 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
Fax: +7(495) 577 71 07

СОДЕРЖАНИЕ

ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ НОВОГО СОРТА ФЕСТУЛОЛИУМА АЙВЕНГО	6–20
Золотарев В.Н., Трухан О.В., Коровина В.Л. ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»	
АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ИСПЫТАНИЕ ЛЮЦЕРНЫ В УСЛОВИЯХ САХАЛИНА	21–29
Иванова Е.П. ФГБНУ Сахалинский НИИСХ	
ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВА КОРМА ПО УКОСАМ НА ДОЛГОЛЕТНЕМ СЕНОКОСЕ ..	30–38
Тебердиев Д.М. ¹ , Родионова А.В. ¹ , Запивалов С.А. ² ¹ ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» ² ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева	
ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЗИРОВАННОГО ПОМЕТА КУР КЛЕТОЧНОГО СОДЕРЖАНИЯ НА ПАТОГЕННУЮ МИКРОФЛОРУ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ	39–49
Щукин Н.Н. ¹ , Соболев В.Д. ² ¹ Верхневолжский федеральный аграрный научный центр ² ООО «БИОТРОФ»	
МОСКОВСКАЯ СЕЛЕКЦИОННАЯ СТАНЦИЯ И ВНИИ КОРМОВ им. В.Р. ВИЛЬЯМСА: СОТРУДНИЧЕСТВО, ПРОВЕРЕННОЕ ВРЕМЕНЕМ	50–59
Ившин Г.И. ГУП МО «Московская селекционная станция»	
ОРОШАЕМОЕ ЛУГОВОДСТВО И ЛИЗИМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ФЕДЕРАЛЬНОМ НАУЧНОМ ЦЕНТРЕ КОРМОПРОИЗВОДСТВА И АГРОЭКОЛОГИИ ИМЕНИ В.Р. ВИЛЬЯМСА (К 85-летию Б.И. Короткова)	60–73
Гречишников Н.Н., Родионов В.А., Трофимов И.А. ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»	
БИОСФЕРА, НООСФЕРА И СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО (к 160-летию со дня рождения В.И. Вернадского)	74–82
Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»	

CONTENT

DISTINCTIVE FEATURES OF THE NEW VARIETY FESTULOLIUM AYVENGO6–20

Zolotarev V.N., Trukhan O.V., Korovina V.L.

Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology

AGROECOLOGICAL TESTING OF ALFALFA UNDER THE SAKHALIN CONDITIONS21–29

Ivanova E.P.

Sakhalin Research Institute of Agriculture

CHANGE IN THE FEED QUALITY BY MOWING ON A LONG-TERM HAYFIELD30–38

Teberdiev D.M.¹, Rodionova A.V.¹, Zapivalov S.A.^{1,2}

¹*Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology*

²*University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy*

EFFECT OF BIOLOGIZED MANURE FROM CHICKENS KEPT IN CAGES ON THE PATHOGENIC MICROFLORA OF SOD-PODZOLIC SOIL39–49

Shchukin N.N.¹, Okorkov V.V.²

¹*Upper Volga Federal Agrarian Scientific Center*

²*ООО «БИОТРОФ»*

THE MOSCOW SELECTION STATION AND ALL-RUSSIAN WILLIAMS FODDER RESEARCH INSTITUTE: TIME-TESTED COOPERATION50–59

Ivshin G.I.

The Moscow Selection Station

IRRIGATED MEADOW FARMING AND LYSIMETRIC STUDIES AT THE FEDERAL WILLIAMS RESEARCH CENTER OF FORAGE PRODUCTION AND AGROECOLOGY (To the 85th anniversary of B.I. Korotkov)60–73

Grechishnikov N.N., Rodionov V.A., Trofimov I.A.

Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology

BIOSPHERE, NOOSPHERE AND AGRICULTURE (to the 160th anniversary of the birth V.I. Vernadsky)74–82

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

Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology

УДК 633.28:631.526.32 / 53.011

DOI: <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2023-1-6-20>

ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ НОВОГО СОРТА ФЕСТУЛОЛИУМА АЙВЕНГО

В.Н. Золотарев, кандидат сельскохозяйственных наук

О.В. Трухан, кандидат сельскохозяйственных наук

В.Л. Коровина, научный сотрудник

ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»

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

semvik@vniikormov.ru

DISTINCTIVE FEATURES OF THE NEW VARIETY FESTULOLIUM AYVENGO

V.N. Zolotarev, Candidate of Agricultural Sciences

O.V. Trukhan, Candidate of Agricultural Sciences

V.L. Korovina, Research Associate

Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology

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

semvik@vniikormov.ru

Фестулолиум (\times *Festulolium* F. Aschers. et Graebn.) — новая культура, сорта которой создаются методом гибридизации видов в системе родов *Lolium* и *Festuca*. Новый амфидиплоидный сорт Айвенго получен в результате межродовой гибридизации райграса многоукосного и овсяницы тростниковой (*Lolium multiflorum* Lam. \times *Festuca arundinacea* Schreb. subsp. *arundinacea*). Зарегистрирован в Государственном реестре с 2022 г. Сорт тетраплоидный райграсового морфотипа. Характеризуется сочетанием кормовых достоинств райграса многоукосного с зимостойкостью, засухоустойчивостью и долголетием овсяницы тростниковой, высокой экологической пластичностью. По типу развития относится к озимым растениям и в год посева не образует генеративных побегов. Отличается устойчивостью к болезням, конкурентоспособностью в травосмесях, быстрым и интенсивным отрастанием после стравливания или скашивания. Приведены отличительные морфологические признаки, особенности роста и развития этого сорта, а также его кормовые достоинства, урожайность, химический состав зеленой массы, его преимущества и отличия от стандартного сорта фестулолиума ВИК 90. Урожайность семян сорта Айвенго в среднем по двум закладкам конкурсного сортоиспытания была в первый год пользования 1,09 т/га, во второй год — 0,66 т/га и на третий год — 0,34 т/га. В среднем за три года пользования урожайность семян составила 0,70 т/га, что на 10% больше по сравнению со стандартным сортом ВИК 90. По качеству корма и кормовой продуктивности, урожайности сена новый сорт на 10,7–19,9% превосходит стандарт и аналоги сортов исходных родительских форм.

Ключевые слова: фестулолиум, новый сорт, урожайность, хозяйственно полезные признаки.

Festulolium (\times *Festulolium* F. Aschers. et Graebn.) is a new crop, the varieties of which are created by the method of species hybridization in the *Lolium* and *Festuca* genus system. A new amphidiploid cultivar

Ayvengo was obtained as a result of intergeneric hybridization of multi-cutting ryegrass and reed fescue (*Lolium multiflorum* Lam. × *Festuca arundinacea* Schreb. subsp. *arundinacea*). Registered in the State Register since 2022. Tetraploid variety of ryegrass morphotype. It is characterized by a combination of fodder advantages of multicut ryegrass with winter hardiness, drought resistance and longevity of cane fescue, high ecological plasticity. According to the type of development, it belongs to winter plants and does not form generative shoots in the year of sowing. Differs in resistance to diseases, competitiveness in grass mixtures, fast and intensive regrowth after grazing or mowing. Distinctive morphological features, features of growth and development of this variety, as well as its fodder qualities, productivity, chemical composition of green mass, its advantages and differences from the standard festulolium variety VIK 90 are given. The seed yield of the Ayvengo variety, on average, for two tabs of the competitive variety trial was: in the first year of use 1.09 t/ha, in the second year — 0.66 t/ha and in the third year — 0.34 t/ha. On average, over the three years of use, the seed yield was 0.70 t/ha, which is 10% more than the standard variety VIK 90. In terms of feed quality and fodder productivity, hay yield, the new variety is 10.7–19.9% higher than standard and analogues of varieties of the original parental forms.

Keywords: festulolium, new variety, productivity, economically useful traits.

Расширение видового и сортового наборов многолетних злаковых трав, разработка и внедрение технологий их возделывания — эффективный способ повышения устойчивости кормопроизводства, валовых сборов и качества растительного сырья [1–4]. Среди селекционных подходов решения проблемы улучшения хозяйственно полезных и адаптивных свойств новых сортов многолетних трав одним из перспективных методов является отдаленная гибридизация для изменения таких видов, как овсяница луговая, овсяница тростниковая, райграс пастбищный, райграс многоукосный и др. [5–7]. Межродовые гибриды по морфологическим признакам имеют промежуточные фенотипы между родительскими видами и характеризуются высокими качественными показателями, отличаются быстрым ростом и имеют более высокие показатели продуктивности в первый и во второй годы пользования, устойчивы к неблагоприятным условиям внешней среды [6]. Они являются перспективным материалом для создания новых сортов, совмещающих высокую продуктивность зеленой массы и семян с высоким содержанием

протеина и витаминов. Гибриды характеризуются ранним отрастанием весной, высокой отавностью, облиственностью, мощностью развития травостоя, долголетием, зимостойкостью и засухоустойчивостью, устойчивы к бактериям, грибным и вирусным заболеваниям [6; 7].

Селекционная работа по проведению межродовых скрещиваний между различными видами *Lolium* и *Festuca* была начата во ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса с середины 70-х годов прошлого столетия в лаборатории генетики и цитологии в соответствии с тематическим планом научных исследований на 1976–1980 гг. Целью исследований являлось получение исходного материала на тетраплоидном уровне у представителей родов *Lolium* и *Festuca*, создание на их основе отдаленных гибридов, сочетающих ценные признаки скрещиваемых видов и обладающих генетической стабильностью и фертильностью. Межвидовая и межродовая гибридизация, проводимая на основе индуцированных тетраплоидов, позволяет проводить скрещивания между видами и родами и получать фертильные аллотетраплоидные гибридные растения. Созданные амфи-

диплоидные образцы прошли многолетнюю оценку по уровню фертильности и сохранению генетической стабильности при репродуцировании, а также отборы по определенным хозяйственно полезным признакам.

Практическим результатом научных исследований сотрудников ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса стал первый в России гибридный сорт ВИК 90, который в Госреестре был зарегистрирован с 1997 г. как новая культура — фестулолиум [8]. В последнее десятилетие интерес аграриев к фестулолиуму значительно возрос благодаря районированию линейки сортов с различными ценными хозяйственно полезными признаками и разработке технологий использования этих сортов на кормовые цели, позволяющих получать сырье высокого качества [9–16]. Также широко проводятся научные исследования по выявлению эффективных агротехнических приемов выращивания фестулолиума на семена применительно к почвенно-климатическим условиям определенных районов возделывания, позволяющих наиболее полно реализовать потенциал этой культуры по семенной продуктивности [17–22].

В качестве родительской формы при выведении новых сортов фестулолиума наиболее перспективной является овсяница тростниковая. Это один из самых засухоустойчивых и высокопродуктивных видов среди многолетних злаковых трав. Однако эта культура имеет ряд недостатков вследствие наличия кремния в листьях и содержания антиметаболических веществ (алкалоидов) с антинутритивным действием, из-за чего плохо поедается животными. Одним из направле-

ний применения потенциала этой культуры является ее использование в отдаленной гибридизации с представителями рода *Lolium* с целью получения райграсово-овсяницевых гибридов с улучшенной кормовой ценностью [7].

Межвидовые скрещивания *Lolium multiflorum* Lam. × *Festuca arundinacea* Schreb. subsp. *arundinacea*, являющиеся одним из направлений селекционной работы, первичная оценка полученных гибридов и отбор исходного материала продолжались В.А. Катковым во ВНИИ кормов до 1991 г. Селекционерами ВНИИ кормов из полученных гибридов при многократном семейственном отборе были созданы популяции, отличающиеся друг от друга рядом хозяйственно полезных признаков, биологических особенностей и адаптивных свойств. Одна из них с 2012 г. была зарегистрирована в Госреестре как амфидиплоидный сорт фестулолиума Фест, характеризующийся высокой урожайностью зеленой массы, повышенным содержанием сахаров и др. [23].

С 2022 г. в Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ, зарегистрирован новый амфидиплоидный сорт фестулолиума Айвенго [8]. Сорт Айвенго получен в результате межвидовой отдаленной гибридизации райграса многоукосного и овсяницы тростниковой (*Lolium multiflorum* Lam. (♀) × *Festuca arundinacea* Schreb. subsp. *arundinacea* (♂)) на основе экспериментальной полиплоидии и последующего многократного семейственного отбора элитных растений по продуктивному долголетию, устойчивости к болезням, уровню урожайности, засухоустойчивости.

Для расширения ареала культивирования фестулолиума с целью проведения направленного отбора и выделения форм, сочетающих ценные признаки видов, адаптированных также к континентальным условиям Волго-Вятского региона, часть полученных во ВНИИ кормов гибридов в конце 1980-х гг. были переданы в ГНУ Уральский НИИСХ. В дальнейшем в этом учреждении с гибридными популяциями продолжилась селекционная работа. После оценки (наряду с кормовыми качествами особое внимание обращалось на морозо- и зимостойкость), отбора адаптивного материала, последующего конкурсного испытания и размножения лучшие межвидовые гибриды в период с 2000 по 2004 гг. зарегистрированы в Госреестре как сорта фестулолиума различных морфотипов — Изумрудный, Дебют, Синта, Аэлита. Авторами этих сортов являются В.А. Катков, Г.Л. Лукиных и др.

При выведении сорта Айвенго ставилась задача сочетания кормовых достоинств райграса многоукосного с зимостойкостью и долголетием овсяницы тростниковой при высокой экологической пластичности и урожайности на протяжении всего срока выращивания, без заметного снижения продуктивности на второй–третий годы. Также требовалось интенсивное отрастание после укосов или стравливания при пастбищном режиме использования травостоя. А в связи с выраженной аридизацией климата особое внимание при создании сорта Айвенго уделялось селекции на засухоустойчивость.

Сорт Айвенго тетраплоидный райграсового (лолбидного) морфотипа. По типу развития относится к озимым рас-

тениям и в год посева не образует генеративных побегов. Растения осенью в год посева полупрямостоячие, лист средней длины и ширины. Зимостойкость высокая, сохранность растений в период первой перезимовки превышает 93–95%.

Период от посева до полных всходов в среднем составляет 12–13 суток, от полных всходов до фазы кущения — 14–21 сутки. В условиях Московской области весеннее отрастание фестулолиума обычно начинается с середины II декады апреля, кущение — в первой пентаде мая. От начала кущения до выхода в трубку проходит от 14 до 25, в среднем около 20 дней. От начала выхода в трубку до начала выметывания проходит около 14 дней. Продолжительность межфазного периода от выметывания до начала цветения составляет 9–11 дней. Цветение начинается во второй–третьей декадах июня и массово продолжается около 8–12 дней. В зависимости от погодных условий в июле и во время цветения культуры (II–III декады июня), в первую очередь количества осадков, а также доз внесения азотных удобрений, продолжительность периода от начала цветения до созревания может составлять от 32 до 44 дней, то есть уборочная спелость наступает с середины третьей декады июля – в первой декаде августа.

В целом период от начала весенней вегетации до полной спелости семян в зависимости от погодных условий колеблется от 90–94 до 105 дней. Уборочная спелость семенных травостоев сорта Айвенго в среднем наступает на три дня раньше стандарта, сорта ВИК 90.

Весной, в период роста, растение полупрямостоячее, средней высоты. Время

выколашивания среднее. В годы репродуктивного развития куст раскидистый, рыхлый, полупрямостоячий, слабополегающий, потенциальная кустистость высокая и ее реализация зависит от густоты посева (рис. 1, 2). При одиночном стоянии одно растение может формировать до 160 и более генеративных побегов. Стебель прямой, цилиндрический, средней толщины, мягкий, под колосом ше-

роховатый. Узлы темно-зеленые в начале формирования, затем слабо-коричневые; количество междоузлий в среднем — 4–7. После фазы цветения стебли постепенно меняют окраску по всей длине с зеленой на солоmistую (серовато-коричневую). После полного созревания семян соломина генеративного побега серовато-коричневого цвета приобретает слегка розоватый оттенок (рис. 3).



Рис. 1. Растение фестулолиума сорта Айвенго второго года жизни в фазу цветения – начала налива семян, из разреженного посева (25.06.2020)



Рис. 2. Растения фестулолиума сорта Айвенго второго года жизни, из семенного травостоя в фазу налива семян: слева — созданного нормой высева семян 4 кг/га; справа — созданного нормой высева семян 6 кг/га (11.07.2020)



Рис. 3. Семенной травостой фестулолиума сорта Айвенго первого года пользования в фазу уборочной спелости

Высота растений — 100–110 см. По сравнению с райграсом пастбищным сорт устойчив к полеганию (рис. 4). При этом наиболее развитые высокорослые побеги в большем количестве формируются у растений второго года жизни.

Семенная продуктивность этих растений максимальна. По мере увеличения возраста при ежегодном семенном использовании отмечается деградация кустов, снижение интенсивности кущения и образования генеративных побегов.



Рис. 4. Семенной травостой фестулолиума сорта Айвенго второго года пользования в фазу налива семян, на фоне внесения азотных удобрений в дозе N_{45} (12.07.2022)

Лист линейный с ярко выраженной центральной продольной жилкой, темно-зеленый, блестящий, с маслянистым оттенком, очень мягкий, горизонтального положения, с верхней стороны слегка шероховатый, с нижней — гладкий. Язычок заостренный, короткий, плотный, прозрачный. Ушки короткие: 2–2,5 мм, хорошо выражены, влагалище открытое, в верхней части немного вздутое. Ширина листа — 0,45–0,8 см, — средняя длина 19–25 см. Ширина листовая пластинки в 1,2–1,5 раза больше по сравнению с сортом ВИК 90. В процессе созревания семян листья на генеративных побегах полностью усыхают по всей длине репродуктивных стеблей.

Растения имеют хорошо облиствен-

ные стебли, облиственность растений в первом укосе в фазу колошения — начала цветения достигает 55–65%, во втором — до 80–90%, в третьем — до 95% и более. Продуктивное долголетие при использовании на зеленый корм в полевых севооборотах составляет 2–4 года. При пастбищном режиме сохраняется в травостоях до 6–8 лет, в том числе полив-довых.

Соцветие — плоский рыхлый колос, длиной до 35 см, в среднем 20–25 см, нежно-зеленой окраски в фазу цветения. Колосок линейный, ланцетовидный, от темно-коричневой до серо-зеленой окраски, с 7–12 цветками. Колоски прикреплены к главной оси соцветия под углом около 40°. Колосковая чешуя длиннее

цветочной, чешуи овально-удлиненные, кожистые. Киль плоский с маленьким остевидным отростком, слабо выражен. По сравнению с сортом ВИК 90 у растений сорта Айвенго колос более широкий. В одном колоске может насчитываться от 4 до 12 цветков, обычно 6–8 штук. Завязываемость семян в полевых условиях обычно колеблется от 50 до 67% и находится в обратной зависимости от количества осадков и степени полегания травостоя в период цветения. Стебель генеративного побега также имеет больший диаметр. Вследствие анатомических особенностей строения генеративных побегов — более мощной соломины — растения сорта Айвенго более устойчивы к полеганию по сравнению с сортом ВИК 90.

Семена — пленчатая, продолговатая зерновка яйцевидно-овальной формы, серо-коричневые, в центральной части темно-серые. Размер — 5,5–8,0 мм в длину, 1,2–2,1 мм в ширину. Масса 1000 семян в зависимости от погодных условий и агротехники составляет от 3,19 до 4,27 г. Стерженек (столбик) овально-сплюсненной формы, длиной 1,5–2 мм, к верхушке расширяется, в верхней части прямой, у отдельных семян немного закруглен внутрь, верхний внешний край от центральной линии немного скошен. Стерженек к зерновке прижат плотно.

В процессе налива и созревания семян соцветия меняют окраску с зеленой на серовато-бурую. При снижении естественной влажности семян в соцветиях менее 30% происходит их легкое осыпание, что требует жесткого соблюдения сроков уборки для получения высокого урожая.

Урожайность семян сорта Айвенго в

среднем по двум закладкам конкурсного сортоиспытания составила: в первый год пользования 1,093 т/га против 1,006 т/га у стандарта (превышение на 9,2%); во второй год пользования — 0,665 т/га и на третий год — 0,345 т/га против 0,244 т/га у стандарта, или на 29% меньше. В среднем за три года пользования урожайность семян сорта Айвенго составила 0,701 т/га против 0,629 т/га у сорта ВИК 90, или на 10% больше.

Семенная и кормовая продуктивность во многом определяется применением минеральных удобрений. При возделывании на семена излишнее внесение азота вызывает интенсификацию ростовых процессов, что может приводить к полеганию (рис. 5, 6).

После уборки травостоя на семена отмечается интенсивное отрастание отавы, особенно в первый год пользования, накопление излишней фитомассы (рис. 7). Это может приводить к развитию сапрофитной микрофлоры и гибели растений в период перезимовки. Также создаются предпосылки для размножения грызунов. На следующий год большой объем сухих отмерших листьев (старика), покрывая поверхность посевов, механически препятствует развитию растений весной и создает пожароопасную ситуацию. Для предотвращения комплекса негативных последствий целесообразно подкашивание травостоя фестулолиума: в первый год жизни при подпокровном способе посева, а также в последующие годы семенного использования — во второй декаде сентября. При беспокровном раннелетнем способе посева фестулолиума оптимальным сроком отторжения вегетативной массы является период с 15 по 30 сентября. Осеннее

подкашивание фестулолиума в оптимальные сроки способствует лучшей сохранности побегов в период перезимовки, приводит к увеличению количества

генеративных побегов от 8–11 до 44% и урожайности семян первого года пользования от 9–11 до 24–27%, второго года — на 17–25% [23].



Рис. 5. Семенной травостой фестулолиума сорта Айвенго первого года пользования в фазу цветения, на фоне весеннего внесения в период кущения N₄₅



Рис. 6. Семенной травостой фестулолиума сорта Айвенго первого года пользования в фазу цветения, на фоне весеннего внесения в период кущения N₆₀



Рис. 7. Отава фестулолиума сорта Айвенго осенью после уборки травостоя первого года пользования на семена

Сорт Айвенго по качеству корма и кормовой продуктивности, урожайности сена на 10,7–19,9% превосходит стандарт и аналоги сортов исходных родительских форм. При соблюдении режима скашивания (стравливания) и технологии ухода срок эффективного использования посевов сорта на корм увеличивается до 4–5 лет.

Урожайность зеленой массы высокая, до 80 т/га за сезон, что выше стандарта на 11–14%. В конкурсном сортоиспытании в первом укосе сбор составил 45,87 т/га (выше стандарта ВИК 90 на 3,9 т/га), во втором укосе — 13,15 т/га (выше стандарта ВИК 90 на 1,64 т/га), в третьем укосе — 8,54 т/га (выше стандарта ВИК 90 на 1,3 т/га).

Химический состав зеленой массы сорта Айвенго и ее питательная ценность зависят от погодных условий, плодородия почв, применяемых доз азотных удобрений, года использования травостоя, укоса и фазы развития растений.

Содержание сырого протеина в зеленой массе на дерново-подзолистых почвах со средним уровнем содержания основных питательных веществ без внесения удобрений с травостоя первого года пользования в первом укосе в фазу колошения — начала цветения в разные годы составляло от 11,8 до 13,9%, сырой клетчатки — 28,3–32,5%, фосфора — 0,19–0,22%, калия — 0,83–1,24%. Во втором укосе: сырого протеина — 12,1–14,1%, сырой клетчатки — 24,1–26,1%, фосфора — 0,29–0,40%, калия — 1,48–1,96%. В третьем укосе: сырого протеина — 13,8–16,5%, сырой клетчатки — 17,0–23,6%, фосфора — 0,26–0,36%, калия — 1,35–2,01%.

На фоне внесения рекомендованной дозы азотных удобрений содержание сырого протеина в первом укосе в фазу колошения — начала цветения в разные годы составляло от 14,2 до 16,5%, сырой клетчатки — 26,3–30,3%, сырого жира — 1,84–2,0%, фосфора — 0,29–0,35%,

калия — 0,92–1,48%. Во втором укосе: сырого протеина — 14,5–17,1%, сырой клетчатки — 25,4–26,1%, сырого жира — 3,9–4,3%, фосфора — 0,29–0,34%, калия — 1,96–2,08%. В третьем укосе: сырого протеина — 16,0–17,9%, сырой клетчатки — 19,6–22,4%, фосфора — 0,42–0,44%, калия — 1,96–2,40%.

Содержание сырого протеина в зеленой массе фестулолиума сорта Айвенго в период кущения – трубкования, то есть первого цикла стравливания при пастбищном режиме использования, варьирует от 14,2 до 20,7%, сырой клетчатки — от 15,9 до 23,6%.

Сорт предназначен для использования на кормовые цели как в полевом кормопроизводстве, так и в лугопастбищном хозяйстве. Характеризуется конкурентоспособностью в травосмесях, интенсивным отрастанием после стравливания или скашивания, устойчивостью к болезням. Поражаемость снежной плесенью и гельминтоспориозом средняя, на уровне стандарта.

Сорт Айвенго запатентован: Патент на селекционное достижение № 12479. Фестулолиум (× *Festulolium* F. Aschers. et Graebn.) Айвенго / Патентообладатель ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса». Выдан по заявке № 7953981 с датой приоритета 06.11.2020 г. Зарегистрировано в государственном реестре охраняемых селекционных достижений 19.01.2023 г. Оригинатором сорта Айвенго является ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса». Авторы сорта: Золотарев В.Н., Катков В.А., Коровина В.Л., Трухан О.В.

Апробационные и морфологические признаки сорта Айвенго, позволяющие отличить его от сорта ВИК 90: более широкие колос и листья, стебель генеративного побега имеет больший диаметр. Узлы стеблей в начале формирования темно-зеленые, затем слабо-коричневые, колоски прикреплены к главной оси соцветия под углом 40°. После полного созревания семян соломина генеративного побега серого цвета приобретает слегка розоватый оттенок.

Литература

1. Косолапов В.М., Чернявских В.И., Костенко С.И. Новые сорта кормовых культур и технологии для сельского хозяйства России // Кормопроизводство. – 2021. – № 6. – С. 22–26. – DOI: 10.25685/KRM.2021.89.77.001.
2. Касаткина Н.И., Нелюбина Ж.С. Результаты агроэкологического испытания многолетних злаковых трав в условиях Среднего Предуралья // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. тр., выпуск 29 (77). В двух частях. Часть II. – М., 2022. – С. 64–68. – DOI: 10.33814/МАК-2022-29-77-64-68. – EDN: JKWSCM.
3. Тормозин М.А., Беляев А.В., Тихолаз Е.М. Сорта многолетних злаковых трав селекции Уральского НИИСХ // АПК России. – 2017. – Т. 24, № 3. – С. 643–648. – EDN: ZXNBRP.
4. 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. – DOI: 10.25930/2687-1254/ 004.4.15.2022. – EDN: FEZSHH.
5. Мавлютов Ю.М., Коровина В.Л., Клименко И.А. Применение SCoT-маркеров для оценки генетической изменчивости российских сортов овсяницы и фестулолиума // Экспериментальная биология и биотехнология. – 2022. – № 3. – С. 53–63. – EDN: EOKBNW.
6. ДНК-маркирование исходного материала многолетних злаковых трав для селекции межродо-

- вых и межвидовых гибридов / И.П. Кондрацкая, В.А. Столепченко, П.П. Васько [и др.] // Биотехнология как инструмент сохранения биоразнообразия растительного мира (физиолого-биохимические, эмбриологические, генетические и правовые аспекты) : материалы VII Международной научно-практической конференции, посвященной 30-летию отдела биотехнологии растений Никитского ботанического сада (Симферополь, 25 сентября – 01 октября 2016 г.). – Симферополь : Типография «Ариал», 2016. – С. 182–183. – EDN: WZNRTD.
7. Использование биотехнологических приемов при создании и размножении межродового гибрида *Festulolium* морфотипа овсяницы тростниковой (*Festuca arundinacea*) с высоким питательным качеством корма / Т.В. Мазур, И.П. Кондрацкая, В.А. Столепченко [и др.] // Физиология растений и генетика. – 2019. – Т. 51, № 4. – С. 295–307. – EDN: LARGQL.
 8. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. «Сорта растений» (официальное издание). – М. : Росинформагротех, 2022. – 646 с.
 9. Ганичева В.В., Шашерина Л.А., Вельская О.С. Продуктивность разнородных травостоев с доминированием фестулолиума в условиях Вологодской области // Евразийское Научное Объединение. – 2019. – № 11–3 (57). – С. 230–232.
 10. Перспективные травосмеси для пастбищного использования на осушаемых землях Нечерноземной зоны / Н.Н. Иванова, О.Н. Анциферова, А.Д. Капсамун [и др.] // Аграрная наука Северо-Востока. – 2020. – Т. 21, № 5. – С. 549–560. – DOI: 10.30766/2072-9081.2020.21.5.549-560. – EDN: KGCFQK.
 11. Создание продуктивных агрофитоценозов разных сроков созревания на основе фестулолиума в условиях Европейского Севера России / Н.Ю. Коновалова, И.Л. Безгодов, Е.Н. Прядильщикова, С.С. Коновалова // Владимирский земледелец. – 2017. – № 3 (81). – С. 14–17.
 12. Фестулолиум (*Festulolium*) — новая кормовая культура в Карелии / Г.В. Евсеева, С.Н. Смирнов, А.И. Камова, С.Е. Котов // Кормопроизводство. – 2015. – № 6. – С. 18–21.
 13. Привалова К.Н., Каримов Р.Р. Конструирование долгодетных пастбищных фитоценозов на основе райграса пастбищного (*Lolium perenne*) и фестулолиума (*Festulolium*) // Кормопроизводство. – 2016. – № 10. – С. 26–29. – EDN: WWRDNR.
 14. Формирование пастбищных агрофитоценозов с участием фестулолиума и райграса пастбищного в условиях Европейского Севера / Е.А. Юдина, Н.Ю. Коновалова, В.В. Вахрушева, С.С. Коновалова // АгроЗооТехника. – 2018. – Т. 1, № 4. – DOI: 10.15838/alt.2018.1.4.3.
 15. Эффективность применения фестулолиума в травосмесях / Т.В. Шайкова, А.М. Мазин, А.В. Сажин, Т.Е. Кузьмина // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2019. – № 1 (98). – С. 148–156. – DOI: 10.24411/0131-5226-2019-10132.
 16. Юдина Е.А., Коновалова Н.Ю. Использование фестулолиума и райграса пастбищного для создания пастбищных агрофитоценозов // Молочнохозяйственный вестник. – 2019. – № 2 (34). – С. 72–81.
 17. Галиуллин А.А., Калинин Е.А. Семенная продуктивность фестулолиума в зависимости от приемов возделывания в лесостепи Среднего Поволжья // Нива Поволжья. – 2022. – № 1 (61). – С. 1008. – DOI: 10.36461/NP.2022.61.1.018. – EDN: VSVFZL.
 18. Галиуллин А.А., Калинин Е.А. Перспективы использования бактериальных препаратов на посевах фестулолиума (*Festulolium* F. Aschers. et Graebn.) в зависимости от сортовых особенностей в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Сельскохозяйственные науки. – 2022. – Т. 1, № 1 (1). – С. 13–19. – DOI: 10.37313/2782-6562-2022-1-1-13-19. – EDN: RWBHS.
 19. Гасиев В.И. Продуктивность фестулолиума в зависимости от норм и способов посева // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 53, № 2. – С. 41–46.
 20. Калинин Е.А., Галиуллин А.А. Влияние фоллиарной подкормки микроэлементами удобрениями на продуктивность фестулолиума // Сурский вестник. – 2021. – № 2 (14). – С. 37–41.

21. Образцов В.Н., Щедрина Д.И., Кадыров С.В. Особенности биологии и семенная продуктивность различных сортов фестулолиума в условиях лесостепи Центрального Черноземья // Кормопроизводство. – 2018. – № 10. – С. 35–40. – EDN: YLNIEH.
22. Золотарев В.Н., Переprawo Н.И. Результаты осеннего подкашивания травостоя фестулолиума райграсового морфотипа // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2018. – № 6. – С. 87–91. – DOI: 10.30850/vrsn/2018/6/87-91. – EDN: YOYJNJ.
23. Золотарев В.Н. Хозяйственно-биологические характеристики фестулолиума сорта Фест и особенности возделывания // Адаптивное кормопроизводство. – 2022. – № 2. – С. 35–48. – DOI: <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2022-2-35-48> (URL: <http://www.adaptagro.ru>).

References

1. Kosolapov V.M., Chernyavskikh V.I., Kostenko S.I. Novyye sorta kormovykh kul'tur i tekhnologii dlya sel'skogo khozyaystva Rossii [New varieties of fodder crops and technologies for Russian agriculture]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], 2021, no. 6, pp. 22–26. DOI: 10.25685/KRM.2021.89.77.001.
2. Kasatkina N.I., Nelyubina Zh.S. Rezul'taty agroekologicheskogo ispytaniya mnogoletnikh zlakovykh trav v usloviyakh Srednego Predural'ya. [Results of agroecological testing perennial grasses in the conditions of the Middle Urals]. *Mnogofunktsional'noye adaptivnoye kormoproizvodstvo : sb. nauch. tr., vypusk 29 (77)* [Multifunctional adaptive fodder production: collection of scientific papers, issue 29 (77)]. In two parts. Part II. Moscow, 2022, pp. 64–68. DOI: 10.33814/MAK-2022-29-77-64-68. EDN: JKWSCM.
3. Tormozin M.A., Belyaev A.V., Tikholaz E.M. Sorta mnogoletnikh zlakovykh trav selektsii Ural'skogo NIISKH [Varieties of perennial cereal grasses selected by the Ural Research Institute of Agriculture]. *APK Rossii* [Agro-industrial complex of Russia], 2017, vol. 24, no. 3, pp. 643–648. EDN: ZXNBRP.
4. Chumakova V.V., Chumakov V.F., Derevyannikova M.V. et al. Sorta kormovykh trav kak faktor i resurs innovatsionnogo razvitiya regional'nogo kormoproizvodstva [Varieties of forage grasses as a factor and resource of innovative development of regional fodder production]. *Sel'skokhozyaystvennyy zhurnal* [Agricultural Journal], 2022, no. 4 (15), pp. 38–48. DOI: 10.25930/2687-1254/ 004.4.15.2022. EDN: FEZSHH.
5. Mavlyutov Yu.M., Korovina V.L., Klimenko I.A. Primeneniye SCoT-markerov dlya otsenki geneticheskoy izmenchivosti rossiyskikh sortov ovsiyanitsy i festuloliuma [Application of SCoT markers to assess the genetic variability of Russian fescue and festulolium varieties]. *Ekspertimental'naya biologiya i biotekhnologiya* [Experimental biology and biotechnology], 2022, no. 3, pp. 53–63. EDN: EOKBNW.
6. Kondratskaya I.P., Stolepchenko V.A., Vasko P.P. et al. DNK-markirovaniye iskhodnogo materiala mnogoletnikh zlakovykh trav dlya selektsii mezhrodovykh i mezhvidovykh gibridov [DNA-marking of the source material of perennial grasses for the selection of intergeneric and interspecific hybrids]. *Biotekhnologiya kak instrument sokhraneniya bioraznoobraziya rastitel'nogo mira (fiziologo-biokhimicheskiye, embriologicheskkiye, geneticheskkiye i pravovyye aspekty): materialy VII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 30-letiyu otdela biotekhnologii rasteniy Nikitskogo botanicheskogo sada (Simferopol, 25 sentyabrya – 01 oktyabrya 2016 g.)* [Biotechnology as a tool for preserving the biodiversity of the plant world (physiological, biochemical, embryological, genetic and legal aspects): materials of the VII International Scientific and Practical Conference dedicated to the 30th anniversary of the Plant Biotechnology Department of the Nikitsky Botanical Garden (Simferopol, 25 September – October 01, 2016)]. Simferopol, Tipografiya «Arial» Publ., 2016, pp. 182–183. EDN: WZNRTD.
7. Mazur T.V., Kondratskaya I.P., Stolepchenko V.A. et al. Ispol'zovaniye biotekhnologicheskikh priyemov pri sozdanii i razmnozhenii mezhrodovogo gibrida Festulolium morfotipa ovsiyanitsy trostnikovoy (*Festuca arundinacea*) s vysokim pitatel'nyim kachestvom korma [The use of

- biotechnological methods in the creation and reproduction of an intergeneric hybrid *Festulolium* of the morphotype of the cane fescue (*Festuca arundinacea*) with a high nutritional quality of the feed]. *Fiziologiya rasteniy i genetika* [Plant Physiology and Genetics], 2019, vol. 51, no. 4, pp. 295–307. EDN: LARGQL.
8. Gosudarstvennyy reyestr selektsionnykh dostizheniy, dopushchennykh k ispol'zovaniyu. T. 1. «Sorta rasteniy» (ofitsial'noye izdaniye) [State register of selection achievements approved for use. Volume 1. "Varieties of Plants" (official edition)]. Moscow, 2022, 646 p.
 9. Ganicheva V.V., Shasherina L.A., Velskaya O.S. Produktivnost' raznovidovykh travostoyev s dominirovaniyem festuloliuma v usloviyakh Vologodskoy oblasti [Productivity of multi-species herbage with the dominance of festulolium in the conditions of the Vologda region]. *Yevraziyskoye Nauchnoye Ob'yedineniye* [Eurasian Scientific Association], 2019, no. 11–3 (57), pp. 230–232.
 10. Ivanova N.N., Antsiferova O.N., Kapsamun A.D. et al. Perspektivnyye travosmesi dlya pastbishchnogo ispol'zovaniya na osushayemykh zemlyakh Nechernozemnoy zony [Promising grass mixtures for pasture use on drained lands of the Non-Chernozem Zone]. *Agrarnaya nauka Yevro-Severo-Vostoka* [Agrarian science of the Euro-North-East], 2020, vol. 21, № 5, pp. 549–560. DOI: 10.30766/2072-9081.2020.21.5.549-560. EDN: KGCFQK.
 11. Konovalova N.Yu., Bezgodov I.L., Pryadilshchikova E.N., Konovalova S.S. Sozdaniye produktivnykh agrofitotsenozov raznykh srokov sozrevaniya na osnove festuloliuma v usloviyakh Yevropeyskogo Severa Rossii [Creation of productive agrophytocenoses of different maturation periods based on festulolium in the conditions of the European North of Russia] *Vladimirskiy zemledelets* [Vladimir farmer], 2017, no. 3 (81), pp. 14–17.
 12. Evseeva G.V., Smirnov S.N., Kamova A.I., Kotov S.E. Festulolium (*Festulolium*) — novaya kormovaya kul'tura v Karelii [Festulolium (*Festulolium*) — a new fodder crop in Karelia] *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], 2015, no. 6, pp. 18–21.
 13. Privalova K.N., Karimov R.R. Konstruirovaniye dolgoletnikh pastbishchnykh fitotsenozov na osnove raygrasa pastbishchnogo (*Lolium perenne*) i festuloliuma (*Festulolium*) [Construction of perennial pasture phytocenoses based on perennial ryegrass (*Lolium perenne*) and festulolium (*Festulolium*)]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], 2016, no. 10, pp. 26–29. EDN: WWRDNR.
 14. Yudina E.A., Konovalova N.Yu., Vakhrusheva V.V., Konovalova S.S. Formirovaniye pastbishchnykh agrofitotsenozov s uchastiyem festuloliuma i raygrasa pastbishchnogo v usloviyakh Yevropeyskogo Severa [Formation of pasture agrophytocenoses with the participation of festulolium and perennial ryegrass in the conditions of the European North]. *AgroZooTekhnika* [AgroZooTechnika], 2018, vol. 1, no. 4. DOI: 10.15838/alt.2018.1.4.3.
 15. Shaykova T.V., Mazin A.M., Sazhin A.V., Kuzmina T.E. Effektivnost' primeneniya festuloliuma v travosmesyakh [Efficiency of using festulolium in grass mixtures]. *Tekhnologii i tekhnicheskiye sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produktsii rasteniyevodstva i zhivotnovodstva* [Technologies and technical means of mechanized production of crop and livestock products], 2019, no. 1 (98), pp. 148–156. DOI: 10.24411/0131-5226-2019-10132.
 16. Yudina E.A., Konovalova N.Yu. Ispol'zovaniye festuloliuma i raygrasa pastbishchnogo dlya sozdaniya pastbishchnykh agrofitotsenozov [The use of festulolium and perennial ryegrass to create pasture agrophytocenoses]. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [The Dairy Farming Bulletin], 2019, no. 2 (34), pp. 72–81.
 17. Galiullin A.A., Kalinichev E.A. Semennaya produktivnost' festuloliuma v zavisimosti ot priyemov vzdelyvaniya v lesostepi Srednego Povolzh'ya [Seed productivity of festulolium depending on cultivation methods in the forest-steppe of the Middle Volga]. *Niva Povolzh'ya* [Field of the Volga region], 2022, no. 1 (61), pp. 1008.
 18. Galiullin A.A., Kalinichev E.A. Perspektivy ispol'zovaniya bakterial'nykh preparatov na posevakh festuloliuma (\times *Festulolium* F. Aschers. et Graebn.) v zavisimosti ot sortovykh osobennostey v usloviyakh lesostepi Srednego Povolzh'ya [Prospects for the use of bacterial drugs on the crops of

- festulolium (\times *Festulolium* F. Aschers. et Graebn.), depending on the varietal characteristics in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk. Sel'skokhozyaystvennyye nauki* [The news of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. Agricultural sciences], 2022, vol. 1, no. 1 (1), pp. 13–19.
19. Gasiev V.I. Produktivnost' festuloliuma v zavisimosti ot norm i sposobov poseva [Productivity of festulolium depending on the norms and methods of sowing]. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Gorsky State Agrarian University], 2016, vol. 53, no. 2, pp. 41–46.
 20. Kalinichev E.A., Galiullin A.A. Vliyaniye foliarnoy podkormki mikroelementnymi udobreniyami na produktivnost' festuloliuma [The effect of foliar application with micro-element fertilizers on the productivity of festulolium]. *Surskiy vestnik* [Bulletin of the Sura], 2021, no. 2 (14), pp. 37–41.
 21. Obraztsov V.N., Shchedrina D.I., Kadyrov S.V. Osobennosti biologii i semennaya produktivnost' razlichnykh sortov festuloliuma v usloviyakh lesostepi Tsentral'nogo Chernozem'ya [Features of biology and seed productivity of various varieties of festulolium in the conditions of the forest-steppe of the Central Chernozem region]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], 2018, no. 10, pp. 35–40. EDN: YLNIEH.
 22. Zolotarev V.N., Perepravo N.I. Rezul'taty osennego podkashivaniya travostoya festuloliuma raygrasovogo morfotipa [Results of autumn mowing of grass stand of festulolium ryegrass morphotype]. *Vestnik rossiyskoy sel'skokhozyaystvennoy nauki* [Bulletin of the Russian Agricultural Science], 2018, no. 6, pp. 87–91. DOI: 10.30850/vrsn/2018/6/87-91. EDN: YOYJNJ.
 23. Zolotarev V.N. Khozyaystvenno-biologicheskiye kharakteristiki festuloliuma sorta Fest i osobennosti vozdel'yvaniya [Economic and biological characteristics of festulolium variety Fest and cultivation features]. *Adaptivnoye kormoproizvodstvo* [Adaptive fodder production], 2022, no. 2, pp. 35–48. DOI: <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2022-2-35-48> (URL: <http://www.adaptagro.ru>).

УДК 633.31:631.524.02 (571.64)

DOI: <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2023-1-21-29>

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ИСПЫТАНИЕ ЛЮЦЕРНЫ В УСЛОВИЯХ САХАЛИНА

Е.П. Иванова, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ Сахалинский НИИСХ
693022, Россия, г. Южно-Сахалинск, пл. р-н Новоалександровск,
пер. Горького, 22
kirena2010@yandex.ru

AGROECOLOGICAL TESTING OF ALFALFA UNDER THE SAKHALIN CONDITIONS

E.P. Ivanova, Candidate of Agricultural Sciences

Sakhalin Research Institute of Agriculture
693022, Russia, Yuzhno-Sakhalinsk, Novoaalexandrovsk,
Gorkogo lane, 22
kirena2010@yandex.ru

Полевые исследования проводились в 2021–2022 гг. на опытном участке ФГБНУ Сахалинский НИИСХ на лугово-дерново-глеевой среднесуглинистой почве согласно общепринятым методикам. Технология возделывания люцерны — в соответствии с приемами возделывания многолетних трав, разработанными ФГБНУ СахНИИСХ. В схему опыта вошли десять сортов люцерны различного эколого-географического происхождения. Наибольшую облиственность продемонстрировали растения сортов Уралочка, Виктория, Находка в первом укосе, во втором — Уралочка, Вела, Находка, Сарга. Сортами, вошедшими в тройку лидеров по урожайности зеленой массы на период первого укоса, явились сорта Таисия, Сарга и Уралочка. По выходу сухого вещества — аналогично. По количеству зеленой массы и сухого вещества, сформированных во втором укосе, отличились сорта Находка, Таисия и Сарга. В среднем за два укоса зеленой массы сорта-лидеры распределились так: на первом месте — сорт Таисия, на втором месте — Сарга и Находка, на третьем месте — Виктория, Агния ВИК и Уралочка. Средняя за два укоса урожайность зеленой массы сорта Вела уступала стандартному сорту Деметра на 8%, урожайность сорта Воронежская 6 была на уровне стандарта, у остальных сортов превышала стандарт на 7,4–21,2%. Средний за два укоса выход сухого вещества у сорта Павловская 7 незначительно уступал сорту-стандарту, у сортов Вела и Воронежская 6 был на уровне стандарта, у остальных — превышал таковой на 11,6–35,6%.

Ключевые слова: люцерна, сорт, облиственность, укос, урожайность, зеленая масса и сухое вещество.

Field studies were conducted in 2021–2022 at the experimental site of the Sakhalin Research Institute of Agriculture on meadow-sod-gley medium loamy soil according to generally accepted methods. The technology of cultivation of alfalfa is in accordance with the methods of cultivation of perennial herbs developed by the Sakhalin Research Institute of Agriculture. The scheme of the experiment included ten varieties of alfalfa of various ecological and geographical origin. The greatest foliage was demonstrated by plants of the varieties Uralochka, Victoria, Nakhodka in the first mowing and the varieties Uralochka, Ve-

la, Nakhodka, Sarga in the second. The varieties that entered the top three in terms of green mass yield for the period of the first mowing were Taisiya, Sarga and Uralochka varieties. As for the output of the dry mass it was similar. According to the amount of green and dry mass formed in the second mowing the varieties Nakhodka, Taisiya and Sarga were distinguished as the best. On average, for two mowing of the green mass the leading varieties were distributed in such order: the 1st place — the Taisiya variety, the 2nd place — Sarga and Nakhodka, the 3rd third place – Victoria, Agnia VIK and Uralochka. The average yield of the green mass of the Vela variety for two mowing was inferior to the standard Demetra variety by 8%, the yield of the Voronezhskaya 6 variety was at the standard level, the other varieties exceeded the standard by 7.4–21.2%. The average yield of the dry mass for two mowing of the Pavlovskaya 7 variety was slightly inferior to the standard variety, the Vela and Voronezh 6 varieties it was at the standard level, the rest exceeded it by 11.6–35.6%.

Keywords: alfalfa, variety, foliage, mowing, productivity, green mass and dry matter.

Введение. В решении проблемы производства энергонасыщенных высокобелковых кормов важная роль отводится люцерне. Люцерна превосходит многие бобовые и злаковые культуры по содержанию питательных веществ и занимает одно из главных мест в кормопроизводстве РФ для использования в зеленом конвейере и приготовления сена, сенажа и силоса [1]. Многолетние бобовые травы широко возделываются в хозяйствах с развитым молочным животноводством. Интерес к люцерне вызван высоким содержанием белка и богатым аминокислотным составом, в отличие от клевера — бóльшим долголетием и высокой засухоустойчивостью [2]. В 1 кг сухого вещества люцерны содержится 0,79 корм. ед. в фазу бутонизации, 0,53 корм. ед. в фазу цветения и 0,51 корм. ед. в фазу обсеменения [3].

Важная роль в реализации почвенно-климатического потенциала территории принадлежит сортам и гибридам нового поколения, устойчивым к неблагоприятным факторам среды [4]. По мнению академика П.Л. Гончарова, за счет сорта можно увеличить урожай на 25%. Как отмечено В.М. Косолаповым, З.Ш. Шамсутдиновым, С.И. Костенко и др., в настоящее время создана серия высоко-

урожайных сортов люцерны различных типов использования в разных природно-климатических условиях [5; 6]. Н.Н. Зезин, М.А. Намятов, подчеркивая особую актуальность увеличения посевов высокобелковой люцерны, отмечают высокую продуктивность сортов люцерны селекции Уральского НИИСХ — Сарга, Уралочка, Виктория [7]. Данные сорта были включены нами в агроэкологическое испытание на острове Сахалин.

В сложных дальневосточных условиях одним из основных факторов стабилизации и успешного развития кормопроизводства является расширение видового и сортового разнообразия кормовых культур, когда независимо от погодных условий возможно повышение устойчивости кормопроизводства.

Современные сорта люцерны более зимостойки, продуктивны, менее требовательны к факторам окружающей среды, устойчивы к повышенной кислотности почвы, т. е. вполне реально подобрать сорта люцерны для почвенно-климатических условий Дальневосточного региона [8; 9]. Повышение эффективности производства продукции молочного и мясного скотоводства в сельскохозяйственных предприятиях Сахалинской области предполагает использо-

вание высококачественных кормов собственного производства. Рост продуктивности животноводства сдерживается высокой стоимостью кормов, недостаточным содержанием в них обменной энергии, протеина, сахаров, минеральных веществ, витаминов [10]. По данным Сахалинстата, в последние годы отмечается увеличение количества крупного рогатого скота (с 18183 голов в 2016 г. до 26725 голов в 2020 г.). Увеличение площадей под люцерной позволило бы получать корма в достаточном количестве и непременно высокого качества, с высоким содержанием протеина и обменной энергии.

С учетом биоклиматических ресурсов Сахалинской области необходимо иметь холодостойкие, зимостойкие, пластичные к экстремальным условиям и быстро вегетирующие (с ранними сроками созревания) культуры. Изучение различных сортов люцерны и подбор сортов, приспособленных к условиям острова Сахалин, является весьма актуальным и перспективным.

В связи с вышеизложенным, *целью исследований* явилось проведение в условиях ФГБНУ СахНИИСХ агроэкологического испытания десяти сортов люцерны отечественной селекции.

Задачи: изучение биометрических характеристик и урожайных показателей современных сортов люцерны в условиях острова Сахалин.

Методика проведения исследований. Закладка опытов, учеты и наблюдения проводились согласно Методическим указаниям по проведению полевых опытов с кормовыми культурами (ВНИИ кормов; М., 1997) [11]. Экспериментальные данные обработаны методом дисперсионного анализа [12]. Полевой опыт

по проведению агроэкологического испытания люцерны заложен 11.06.2021 года на лугово-дерново-глеевой среднесуглинистой почве в ФГБНУ СахНИИСХ. Технология возделывания люцерны — в соответствии с приемами возделывания многолетних трав, разработанными ФГБНУ СахНИИСХ.

Схема опыта: 1. Находка; 2. Таисия; 3. Агния ВИК; 4. Воронежская 6; 5. Вела; 6. Павловская 7; 7. Сарга; 8. Уралочка; 9. Виктория; 10. Деметра. За стандарт принят сорт Деметра, включенный в Госреестр РФ с 2012 г., районированный по Дальневосточному региону с 2019 г. Площадь делянки — 3 м², повторность трехкратная, размещение делянок рендомизированное. Посев семян сортов люцерны проведен 11 июня 2021 г. беспосевно, вручную, с междурядьями 15 см. Норма высева — 16 кг/га. Перед посевом семена люцерны обработаны молибденом и бором. Уход за посевами в год посева заключался в борьбе с сорняками, к концу сезона у всех сортов люцерны сформировался хорошо развитый травостой. В вегетационном периоде 2022 г., во второй год жизни люцерны, травостои были свободны от сорняков.

Климат Сахалинской области носит резко выраженный муссонный характер. Весна затяжная, холодная, ветреная. Лето прохладное с густыми и частыми туманами и относительной влажностью воздуха 75–92%. В теплый период (апрель–ноябрь) выпадает 60–80% годовой суммы осадков, причем большая их доля приходится на июль–сентябрь — период наиболее интенсивных полевых работ, что создает серьезные помехи сельскому хозяйству. Средние температуры августа на юге острова +18 °С. Продолжитель-

ность солнечного сияния в среднем за год колеблется на юге Сахалина от 1800 до 1900 часов. Зима в Сахалинской области характерна устойчивым снежным покровом с максимальной высотой в марте (50–70 см).

Сочетание температуры и скорости ветра в зимний сезон усиливает суровость погодных условий. Климат Сахалинской области создает значительные трудности для разведения и содержания крупного рогатого скота, в особенности при заготовке грубых и сочных кормов [10].

Территория ФГБНУ СахНИИСХ расположена в южной части острова,

благоприятной для сельскохозяйственного производства. Метеорологические условия вегетационных периодов 2021–2022 гг. были в целом благоприятными для роста, развития и формирования урожая зеленой массы люцерны. Метеоусловия зимнего периода 2021–2022 гг. также благоприятствовали, растения всех сортов благополучно перезимовали. Отрастание люцерны началось в конце третьей декады апреля.

Результаты исследований. Результаты исследований показали значительное варьирование биометрических показателей и урожайности сортов люцерны (табл. 1, 2).

1. Биометрические характеристики и урожайность сортов люцерны отечественной селекции в первом укосе (28.06.2022)

Вариант	Высота растений, см	Облиственность, %	Зеленая масса, т/га	Сухое вещество		Сено, т/га
				%	т/га	
1. Находка	99,93	35,55	77,58	16,68	12,94	15,59
2. Таисия	98,80	34,20	88,42	18,32	16,20	19,52
3. Агния ВИК	105,07	32,62	79,43	16,40	13,03	15,70
4. Воронежская 6	100,10	34,85	73,33	16,66	12,22	14,72
5. Вела	90,73	34,00	67,82	18,88	12,80	15,43
6. Павловская 7	86,50	31,00	75,42	17,64	13,30	16,03
7. Сарга	98,27	32,30	84,45	18,61	15,71	18,94
8. Уралочка	92,17	36,45	80,05	18,77	15,03	18,10
9. Виктория	92,50	35,57	78,83	17,66	13,92	16,77
10. Деметра – стандарт	93,23	34,99	73,35	16,07	11,79	14,20
НСР ₀₅			4,82			

Анализируя данные таблицы 1, отмечаем, что наименьшая высота растений люцерны была у сорта Павловская 7 (86,5 см), а максимальная — у сорта Агния ВИК, равная 105,1 см. Наиболее облиственны растения сортов Уралочка, Виктория, Находка.

Средняя урожайность первого укоса варьировала в вариантах опыта от 67,8 т/га у сорта Вела до 88,4 т/га у сорта

Таисия. Сортами, вошедшими в тройку лидеров по урожайности зеленой массы на период первого укоса, явились сорта Таисия, Сарга и Уралочка. Далее идут сорта Агния ВИК (на 0,6 т/га уступает Уралочке) и Виктория (на 1,2 т/га уступает Уралочке). Существенно уступал стандарту по урожайности зеленой массы лишь сорт люцерны Вела. Урожайность зеленой массы сорта Воронежская

6 была на уровне стандартного сорта Деметра, все остальные сорта превышали стандарт на 2,8–20,5%.

Содержание сухого вещества колебалось от 16,1 до 18,9%. Сорт Вела отличался наименьшей урожайностью зеленой массы, однако процент сухого вещества имел наибольший.

Сбор сухого вещества по вариантам

колебался от 11,8 до 16,2 т/га. Как и по урожайности зеленой массы, так и по сбору сухого вещества с 1 га в тройку лидеров вошли сорта Таисия, Сарга и Уралочка.

Сбор сухого вещества сорта Воронежская 6 был на уровне стандартного сорта Деметра. Все остальные сорта превышали стандарт на 3,6–37,4%.

2. Биометрические характеристики и урожайность сортов люцерны отечественной селекции во втором укосе (24.08.2022)

Вариант	Высота растений, см	Облиственность, %	Зеленая масса, т/га	Сухое вещество		Сено, т/га
				%	т/га	
1. Находка	104,67	49,88	44,45	32,12	14,28	17,20
2. Таисия	102,77	45,69	41,65	32,75	13,64	16,43
3. Агния ВИК	103,87	46,17	35,98	32,06	11,54	13,90
4. Воронежская 6	100,77	46,70	32,57	30,06	9,79	11,80
5. Вела	100,60	49,94	30,88	30,22	9,33	11,24
6. Павловская 7	80,13	40,78	24,15	32,26	7,79	9,39
7. Сарга	99,23	49,25	37,85	32,68	12,36	14,90
8. Уралочка	94,90	50,37	35,18	33,52	11,79	14,21
9. Виктория	92,53	46,12	36,83	32,36	11,92	14,36
10. Деметра – стандарт	100,73	48,02	33,95	30,10	10,22	12,31
НСР ₀₅			4,21			

Анализируя данные таблицы 2, отмечаем варьирование высоты растений люцерны в пределах 80,1–104,7 см. Так же, как и в первом укосе, наименьшая высота отмечена у сорта Павловская 7 (80,1 см). Отмечено значительное увеличение облиственности растений люцерны во втором укосе по сравнению с первым. Так, если в первом укосе облиственность составляла 31,0–36,5%, то во втором укосе — 40,8–50,4%. Наиболее облиственными были растения сортов Уралочка, Вела, Находка, Сарга.

Урожайность зеленой массы во втором укосе варьировала в вариантах опыта от 24,2 т/га у сорта Павловская 7 до 44,5 т/га у сорта Находка. В тройку ли-

деров по количеству зеленой массы, сформированной во втором укосе, вошли сорта Находка, Таисия и Сарга. Существенно уступал стандарту по урожайности зеленой массы сорт люцерны Павловская 7. Урожайность сорта Воронежская 6, так же как и в первом укосе, была на уровне стандарта Деметра; Вела несущественно уступала стандарту, остальные сорта превышали стандарт на 3,6–30,9%.

Нами отмечено почти двукратное увеличение процентного содержания сухого вещества в растительной массе второго укоса по сравнению с первым. Наибольший процент сухого вещества отмечен у сортов Уралочка, Таисия и Сарга.

Сбор сухого вещества с 1 га по вариантам колебался от 7,8 т/га (сорт Павловская 7) до 14,3 т/га (сорт Находка). Наибольшее количество сухого вещества во втором укосе обеспечили сорта Находка, Таисия и Сарга. Сбор сухого вещества у сорта Павловская 7 уступал стандарту на 24%, Вела — на 8,7, Воронежская 6 — на 4,2%, все остальные сорта превышали стандарт на 12,9–39,7%.

В среднем же за два укоса зеленой массы сорта-лидеры распределились следующим образом: на первом месте — сорт Таисия, на втором — Сарга и Находка, на третьем месте — Виктория, Агния ВИК и Уралочка. Средняя за два укоса урожайность зеленой массы сорта Вела уступала стандартному сорту Деметра на 8%, урожайность сорта Воронежская 6 была на уровне стандарта, у остальных сортов превышала стандарт на 7,4–21,2%.

По сбору сухого вещества — аналогично. Средний за два укоса сбор сухого вещества у сорта Павловская 7 незначительно уступал сорту-стандарту, у сортов Вела и Воронежская 6 был на уровне стандарта, у остальных — превышал таковой на 11,6–35,6%.

Сорт люцерны изменчивой Таисия, четко выделившийся по урожайности в муссонном климате острова Сахалин в вегетационном сезоне 2022 г., включен в Государственный реестр селекционных достижений России в 2015 г. Как указывает Г.В. Степанова (автор сорта), сорт Таисия устойчив к почвенной кислотности, обладает высокой эффективностью симбиотических взаимодействий с местными расами и активными штаммами ризобий и ризосферных diaзотрофных бактерий [13]. Превосходит сорта отечественной селекции по адаптивной спо-

собности к абиотическим стрессовым факторам (высокая холодо- и зимостойкость, засухоустойчивость, устойчивость к переувлажнению почвы). Нами получена урожайность сухого вещества сорта Таисия, равная 15 т/га. Аналогичную урожайность сухого вещества обеспечивает данный сорт в Северо-Западном, Центральном, Волго-Вятском регионах.

Выводы:

1. Наименьшая высота растений люцерны первого укоса была у сорта Павловская 7 (86,5 см), а максимальная — у сорта Агния ВИК, равная 105,1 см. Так же, как и в первом укосе, наименьшая высота во втором укосе отмечена у сорта Павловская 7 (80,1 см). Наиболее облиственные растения сортов Уралочка, Виктория, Находка в первом укосе, а во втором — Уралочка, Вела, Находка, Сарга. Более облиственны растения люцерны второго укоса.

2. Средняя урожайность в первом укосе варьировала в вариантах опыта от 67,8 т/га у сорта Вела до 88,4 т/га у сорта Таисия. Сортами, вошедшими в тройку лидеров по урожайности зеленой массы в период первого укоса, явились сорта Таисия, Сарга и Уралочка. Существенно уступал стандарту по урожайности зеленой массы лишь сорт люцерны Вела. Урожайность зеленой массы сорта Воронежская 6 была на уровне стандартного сорта Деметра, все остальные сорта превышали стандарт на 2,8–20,5%.

3. Содержание сухого вещества колебалось от 16,1 до 18,9%. Сбор сухого вещества по вариантам колебался от 11,8 т/га до 16,2 т/га. Как и по урожайности зеленой массы, так и по сбору сухого вещества с 1 га, в тройку лидеров вошли сорта Таисия, Сарга и Уралочка. Сбор

сухого вещества у сорта Воронежская 6 был на уровне стандартного сорта Деметра. Все остальные сорта превышали стандарт на 3,6–37,4%.

4. Урожайность зеленой массы во втором укосе варьировала в вариантах опыта от 24,2 т/га у сорта Павловская 7 до 44,5 т/га у сорта Находка. В тройку лидеров по количеству зеленой массы, сформированной во втором укосе, вошли сорта Находка, Таисия и Сарга. Существенно уступал стандарту по урожайности зеленой массы сорт люцерны Павловская 7. Урожайность сорта Воронежская 6, так же как и в первом укосе, была на уровне стандарта Деметра, Вела несущественно уступала стандарту, остальные сорта превышали стандарт на 3,6–30,9%.

5. Процентное содержание сухого вещества в растительной массе второго укоса в два раза выше, чем в первом. Наибольший процент сухого вещества отмечен у сортов Уралочка, Таисия и Сарга. Сбор сухого вещества с 1 га по вариантам колебался от 7,8 т/га (сорт Павловская 7) до 14,3 т/га (сорт Находка). Аналогично сбору зеленой массы, наибольшее количество сухого вещества во втором укосе обеспечили сорта Находка, Таисия и Сарга. Сбор сухого вещества сорта Павловская 7 уступал

стандарту на 24%, Вела — на 8,7%, Воронежская 6 — на 4,2%, все остальные сорта превышали стандарт на 12,9–39,7%.

6. В среднем же за два укоса зеленой массы сорта-лидеры распределились так: на первом месте — сорт Таисия, на втором месте — Сарга и Находка, на третьем месте — Виктория, Агния ВИК и Уралочка. Средняя за два укоса урожайность зеленой массы сорта Вела уступала стандартному сорту Деметра на 8%, урожайность сорта Воронежская 6 была на уровне стандарта, у остальных сортов превышала стандарт на 7,4–21,2%.

7. Средний за два укоса сбор сухого вещества у сорта Павловская 7 незначительно уступал сорту-стандарту, у сортов Вела и Воронежская 6 был на уровне стандарта, у остальных — превышал таковой на 11,6–35,6%.

Согласно данным Сахалинстата, средняя урожайность зеленой массы многолетних трав составляет 95 ц/га, в нашем же опыте — средняя по двум укосам урожайность люцерны разных сортов превышает среднекраевую урожайность в 5–7 раз. Это свидетельствует о перспективности и целесообразности возделывания культуры люцерны, даже в непростых природно-климатических условиях острова Сахалин.

Литература

1. Косолапова В.Г., Муссие С.А. Питательная ценность люцерны различных сортов в процессе роста и развития // Кормопроизводство. – 2020. – № 10. – С. 17–24.
2. Зезин Н.Н., Намятов М.А. Белково-энергетический коэффициент как показатель эффективности отрасли кормопроизводства // Кормопроизводство. – 2019. – № 6. – С. 12–17.
3. Байкалова Л.П., Власова Т.С., Коваленко Е.В. Влияние нормы высева на семенную продуктивность люцерны гибридной в условиях Красноярской лесостепи // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 12 (153). – С. 23–31. – DOI: 10.36718/1819-4036-2019-12-23-31.
4. Состояние и перспективы развития кормопроизводства в Нечерноземной зоне РФ / А.А. Кутузова, А.С. Шпаков, В.М. Косолапов [и др.] // Кормопроизводство. – 2021. – № 2. – С. 3–9.

5. Основные виды и сорта кормовых культур: Итоги научной деятельности Центрального селекционного центра / В.М. Косолапов [и др.]; ФГБНУ ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса. – М. : Наука, 2015. – С. 164.
6. Степанова Г.В., Золотарев В.Н. Биотехнология сопряженной селекции люцерны на повышение адаптивной способности // Адаптивное кормопроизводство. – 2015. – № 1. – С. 28–39. – URL: <http://www.adaptagro.ru>.
7. Зезин Н.Н., Намятов М.А. Диверсификация растениеводства — важный резерв повышения эффективности АПК Урала // Кормопроизводство. – 2018. – № 6. – С. 12–15.
8. Иванова Е.П. Проблемы и перспективы возделывания люцерны на Дальнем Востоке // Кормопроизводство. – 2021. – № 7. – С. 26–29.
9. Иванова Е.П., Яюк Л.Г. К истории возделывания люцерны на Дальнем Востоке // Дальневосточный аграрный вестник. – 2021. – № 2 (58). – С. 36–47.
10. Кузнецов В.М. Кормовые средства в рационах крупного рогатого скота Сахалинской области : монография / Сахалинский НИИСХ. – Чебоксары : Среда, 2022. – 300 с.
11. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / сост. Ю.К. Новоселов, В.Н. Киреев, Г.П. Кутузов [и др.]; ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса. – М., 1997. – 155 с.
12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Альянс, 2014. – 351 с.
13. Степанова Г.В. Сорт люцерны изменчивой Таисия // Адаптивное кормопроизводство. – 2020. – № 2. – С. 21–32. – URL: <http://www.adaptagro.ru>.

References

1. Kosolapova V.G., Mussie S.A. Pitatel'naya tsennost' lyutserny razlichnykh sortov v protsesse rosta i razvitiya [Nutritional value of alfalfa genotypes at various growth stages]. *Kormoproizvodstvo [Fodder production]*, 2020, no. 10, pp. 17–24.
2. Zezin N.N., Namyatov M.A. Belkovo-energeticheskiy koeffitsient kak pokazatel' effektivnosti otrasli kormoproizvodstva [Protein-energy ratio for forage production efficiency]. *Kormoproizvodstvo [Fodder production]*, 2019, no. 6, pp. 12–17.
3. Baykalova L.P., Vlasova T.S., Kovalenko E.V. Vliyanie normy vyseva na semennuyu produktivnost' lyutserny gibrinnoi v usloviyakh Krasnoyarskoy lesostepi [The influence of the norm of seeding on seed efficiency of hybrid alfalfa in the conditions of Krasnoyarsk forest-steppe]. *Vestnik KrasGAU [Bulletin of KrasGAU]*, 2019, no. 12 (153), pp. 23–31. – DOI: 10.36718/1819-4036-2019-12-23-31.
4. Kutuzova A.A., Shpakov A.S., Kosolapov V.M. et al. Sostoyaniye i perspektivy razvitiya kormoproizvodstva v Nechernozemnoi zone RF [Current state and potential of forage production in the Non-Chernozem zone of the Russian Federation]. *Kormoproizvodstvo [Fodder production]*, 2021, no. 2, pp. 3–9.
5. Kosolapov V.M. et al. Osnovnye vidy i sorta kormovykh kul'tur: Itogi nauchnoy deyatel'nosti Tsentral'nogo selektsionnogo tsentra [Main types and varieties of fodder crops: Results of scientific activity of the Central Breeding Center]. Moscow, Nauka Publ., 2015, pp.164.
6. Stepanova G.V., Zolotarev V.N. Biotekhnologiya sopryazhennoy selektsii lyutserny na povysheniye adaptivnoy sposobnosti [The biotechnology of conjugated breeding of alfalfa for increased adaptive capacity]. *Adaptivnoye kormoproizvodstvo [Adaptive fodder production]*, 2015, no. 1, pp. 28–39. – URL: <http://www.adaptagro.ru>.
7. Zezin N.N., Namyatov M.A. Diversifikatsiya rasteniyevodstva — vazhnyi rezerv povysheniya effektivnosti APK Urala [Diversification of crop production — significant reserve improving agriculture efficiency in the Urals]. *Kormoproizvodstvo [Fodder production]*, 2018, no. 6, pp. 12–15.

8. Ivanova E.P. Problemy i perspektivy vozdelyvaniya lyutserny na Dal'nemVostoke [Issues and prospects of alfalfa cultivation in the Far East]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], 2021, no. 7, pp. 26–29.
9. Ivanova E.P., Yayuk L.G. K istorii vozdelyvaniya lyutserny na Dal'nem Vostoke [To the history of alfalfa cultivation in Far East]. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik* [Far East Agrarian Bulletin], 2021, no. 2 (58), pp. 36–47.
10. Kuznetsov V.M. Kormovye sredstva v ratsionakh krupnogo rogatogo skota Sakhalinskoi oblasti: monografiya [Feed products in the diets of cattle of the Sakhalin region: monography]. Cheboksary, Sreda Publ., 2022, 300 p.
11. Novoselov Yu.K., Kireev V.N., Kutuzov G.P. et al. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kul'turami [Guidelines for conducting field experiments with forage crops]. Moscow, 1997, 155 p.
12. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta [Methods of field experience]. Moscow, Alyans Publ., 2014, 351 p.
13. Stepanova G.V. Sort lyutserny izmenchivoi Taisiya [Variety of variable alfalfa Taisiya]. *Adaptivnoye kormoproizvodstvo* [Adaptive fodder production], 2020, no. 2, pp. 21–32. – URL: <http://www.adaptagro.ru>.

УДК 633.2.031

DOI: <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2023-1-30-38>

ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВА КОРМА ПО УКОСАМ НА ДОЛГОЛЕТНЕМ СЕНОКОСЕ

Д.М. Тебердиев¹, доктор сельскохозяйственных наук
А.В. Родионова¹, кандидат сельскохозяйственных наук
С.А. Запывалов^{1,2}, кандидат сельскохозяйственных наук

¹ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»

141055, Россия, Московская область, г. Лобня, ул. Научный городок, корп. 1
vik_lugovod@bk.ru

²ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева
127434, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49

CHANGE IN THE FEED QUALITY BY MOWING ON A LONG-TERM HAYFIELD

D.M. Teberdiev¹, Doctor of Agricultural Sciences
A.V. Rodionova¹, Candidate of Agricultural Sciences
S.A. Zapivalov^{1,2}, Candidate of Agricultural Sciences

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

²*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy*
127434, Russia, Moscow, Timiryazevskaya str., 49

Изложены результаты исследований качества травяного сырья для заготовки сена, полученного на долголетнем сенокосе, по укосам за последние 5 лет (2017–2021 гг.). Качество травяного сырья оценено по содержанию сырого протеина, сырой клетчатки, сырого жира, сырой золы, по содержанию обменной энергии в 1 кг сухого вещества, кормовых единиц, переваримого протеина в одной кормовой единице в соответствии с ГОСТ. Качество корма зависит от сложившихся погодных условий в период развития растительности и обеспеченности почвы элементами питания. В годы с неблагоприятными погодными условиями для развития растений, на варианте без удобрений (контроль) полученный корм характеризуется как внеклассный, при нормальных условиях — первого и второго классов качества. При достаточном обеспечении почвы элементами питания за счет применения минеральных удобрений корм по содержанию сырого протеина, клетчатки и обменной энергии в сухом веществе относится к первому классу качества.

Ключевые слова: долголетний сенокос, качество травяного сырья, сырой протеин, обменная энергия.

The results of studies of the quality of grass raw materials for harvesting hay obtained on a long-term hayfield by mowing over the past 5 years (2017–2021) are presented. The quality of herbal raw materials is estimated by the content of crude protein, crude fiber, crude fat, crude ash, the content of metabolic energy in 1 kg of dry matter, feed units, digestible protein in 1 feed unit in accordance with GOST. The quality of feed depends on the prevailing weather conditions during the development of vegetation and

the provision of soil with nutrients. In years with unfavorable weather conditions for the development of plants on the option without fertilizers (control), the resulting feed is characterized as extracurricular, under normal conditions – the first and second class of quality. With sufficient provision of the soil with nutrients through the use of mineral fertilizers, the feed in terms of crude protein, fiber and metabolic energy in dry matter belongs to the first class of quality.

Keywords: long-term hayfield, quality of herbal raw materials, crude protein, metabolic energy.

Создание долголетних сенокосов при интенсификации лугового кормопроизводства на основе энергосберегающих технологий обеспечивает высокую урожайность агрофитоценозов в течение длительного времени и получение высококачественного корма (сена) [1–6]. При этом длительное использование травостоев без перезалужения снижает себестоимость полученного корма за счет экономии средств на применяемую технологию [7–10]. Высокая продуктивность агрофитоценоза гарантируется за счет сохранения самовозобновляющихся ценных луговых трав, реутилизации элементов питания из подземной массы [11–12]. Одним из важных условий продуктивного долголетия агрофитоценоза является обеспечение его элементами питания за счет применения минеральных и органических удобрений [13–16]. При заготовке объемистых кормов (в том числе сена) их качество должно соответствовать зоотехническим требованиям для обеспечения потребности высокопродуктивных животных [17–18]. Оценку качества корма следует проводить в соответствии с технологическими условиями ГОСТ Р 55452-2021 (сено и сенаж) от 2022-01-01 [19] в зависимости от содержания элементов питания в сухом веществе корма.

С целью выявления действия антропогенного фактора на продуктивность долголетнего сенокоса и качество получаемого корма в ФНЦ «ВИК им.

В.Р. Вильямса» проводится многовариантный опыт на фоне применения различных доз минеральных удобрений.

Методика исследований. Исследования проведены во ВНИИ кормов на опыте, заложенном М.С. Афанасьевой и П.И. Ромашовым в 1946 г. на суходоле временного избыточного увлажнения с дерново-подзолистой суглинистой почвой. Травосмесь состояла из: клевера лугового *Trifolium pratense* L. (3 кг/га), клевера ползучего *Trifolium repens* L. (2), тимофеевки луговой *Phleum pratense* L. (4), овсяницы луговой *Festuca pratensis* Huds. (10), лисохвоста лугового *Alopecurus pratensis* L. (3), костреца безостого *Bromus inermis* L. (3), мятлика лугового *Poa pratensis* L. (3 кг/га). Перед посевом трав в слое почвы 0–20 см содержалось: гумуса — 2,03%, обменного калия — 70 мг/кг, подвижного фосфора — 50 мг/кг, $pH_{\text{сол}} = 4,3$. Площадь опытной делянки — 104 м², повторность четырехкратная. Использование травостоя двуукосное. Первый укос — в фазе массового цветения доминирующего злака (лисохвоста лугового), в середине июня, второй — в первой декаде сентября. Качество полученного корма определяли в лаборатории массовых анализов: содержание общего азота — по методу Кьельдаля, сырой клетчатки — методом Геннеберга и Штомана, сырой золы — методом «сырого» озоления; содержание обменной энергии, кормовых единиц и переваримого протеина — расчетным методом.

С 2007 г. исследования проводят авторы статьи. В 2008 г. проведено повторное известкование (4,5 т/га CaCO₃). Опыт включен в реестр географической сети, имеется аттестат РАСХН длительного опыта № 145 от 1 июля 2009 г.

Результаты исследований. В техногенной системе на варианте без удобрений (контроль) в 2019 и 2020 гг. во время проведения первого укоса содержание сырого протеина в травяной массе составило 7,66 и 8,47% (таблица), что является показателем для внеклассного сена с естественных угодий. Это объясняется тем, что во время формирования первого укоса (69 и 57 календарных дней с начала вегетационного периода) среднесуточная температура апреля была

низкой: 6,0 и 7,4 °С, бобовые виды развивались слабо, так как для их благоприятного развития необходимы 10 °С и выше. По другим годам в первом и во втором укосах содержание сырого протеина соответствовало первому–третьему классам качества.

Самое высокое содержание протеина (14,09%) отмечено в 2017 г., что объясняется хорошим тепло- и влагообеспечением в период формирования первого укоса. Содержание обменной энергии в 1 кг сухого вещества было высоким и соответствовало первому классу качества. Содержание переваримого протеина снижалось до 52 г на одну кормовую единицу, что в 2 раза ниже допустимой нормы.

Таблица. Качество корма на самовозобновляющемся сенокосе по годам и укосам за пятилетний период (2017–2021 гг.)

Укосы	Годы	Содержание, %				В 1 кг сухого вещества		Содержание переваримого протеина в 1 корм. ед., г
		сырого протеина	сырой клетчатки	сырого жира	сырой золы	ОЭ, МДж	корм. ед.	
Техногенная система — без удобрений (контроль)								
1-й укос	2017	14,09	25,20	4,76	5,61	10,26	0,84	113
	2018	10,03	24,71	3,73	5,37	10,21	0,83	71
	2019	8,47	26,46	3,45	5,94	9,83	0,77	58
	2020	7,66	29,40	3,45	4,55	9,52	0,72	52
	2021	9,32	26,93	2,97	5,10	10,35	0,86	61
2-й укос	2018	10,03	23,78	4,10	8,68	10,13	0,82	72
	2019	12,12	26,81	3,72	8,08	9,82	0,77	100
	2020	10,97	26,08	4,12	8,11	9,96	0,79	85
	2021	12,56	25,26	4,20	9,04	10,10	0,81	100
Интегрированная система — Р ₄₅ К ₉₀								
1-й укос	2017	12,94	25,69	4,76	5,61	10,07	0,81	104
	2018	10,69	28,33	3,57	6,10	9,50	0,72	90
	2019	8,69	26,14	3,51	6,13	9,80	0,77	61
	2020	8,81	30,83	3,51	6,22	9,18	0,67	72
	2021	10,38	27,79	3,35	6,22	9,59	0,74	84
2-й укос	2018	9,56	26,26	3,82	8,00	9,77	0,76	72
	2019	10,69	26,57	2,94	7,62	9,46	0,72	90
	2020	8,31	25,00	4,22	8,21	9,77	0,73	60
	2021	12,25	25,73	3,93	8,11	9,64	0,74	106

Укосы	Годы	Содержание, %				В 1 кг сухого вещества		Содержание переваримого протеина в 1 корм. ед., г
		сырого протеина	сырой клетчатки	сырого жира	сырой золы	ОЭ, МДж	корм. ед.	
Экстенсивная техногенно-минеральная система — N ₆₀ P ₄₅ K ₉₀								
1-й укос	2017	13,06	30,53	3,21	6,38	9,23	0,68	126
	2018	11,88	29,78	3,73	6,19	9,42	0,71	106
	2019	12,00	26,18	3,13	6,38	9,67	0,75	102
	2020	10,12	30,28	3,13	5,14	8,99	0,65	92
	2021	10,56	28,92	3,13	5,14	9,50	0,72	88
2-й укос	2018	9,69	25,35	4,37	7,58	9,80	0,77	72
	2019	11,06	22,84	3,28	7,83	10,04	0,81	84
	2020	8,62	26,36	4,03	7,21	9,62	0,74	62
	2021	12,56	25,06	4,56	7,97	9,72	0,76	107
Интенсивная техногенно-минеральная система — N ₉₀ P ₄₅ K ₉₀								
1-й укос	2017	11,56	29,73	3,60	5,25	9,42	0,71	102
	2018	12,81	29,30	4,28	6,40	9,52	0,72	117
	2019	11,08	28,62	3,87	6,16	9,50	0,72	95
	2020	13,69	29,26	3,87	7,53	9,31	0,68	134
	2021	12,75	29,31	3,36	7,53	9,27	0,68	122
2-й укос	2018	10,98	25,90	3,80	6,78	9,86	0,77	87
	2019	10,12	27,42	4,00	8,31	9,48	0,72	83
	2020	11,21	25,42	3,88	7,48	10,02	0,80	86
	2021	11,88	26,31	4,32	8,16	9,67	0,75	100
Интенсивная техногенно-минеральная система — N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀								
1-й укос	2017	13,81	30,43	3,36	5,40	9,38	0,70	132
	2018	11,62	27,10	4,33	5,17	9,99	0,80	91
	2019	12,69	26,67	3,55	6,06	9,77	0,76	108
	2020	12,44	30,76	3,55	5,26	9,43	0,71	113
	2021	13,31	30,44	3,31	5,26	9,38	0,70	125
2-й укос	2018	10,86	26,06	4,07	6,99	9,75	0,76	87
	2019	10,56	28,19	3,97	6,82	9,45	0,71	89
	2020	10,00	29,09	3,84	7,44	9,27	0,69	85
	2021	12,13	25,11	4,40	7,28	9,72	0,76	102
Интенсивная техногенно-минеральная система — N ₁₈₀ P ₆₀ K ₉₀								
1-й укос	2017	14,75	30,45	3,70	6,14	9,38	0,70	144
	2018	12,38	26,64	3,25	5,59	9,77	0,76	105
	2019	12,62	27,15	2,94	5,16	9,77	0,76	107
	2020	14,75	30,03	2,94	6,06	9,28	0,69	146
	2021	13,44	29,96	3,38	6,06	9,33	0,70	127
2-й укос	2018	12,38	22,96	4,37	5,90	10,26	0,84	95
	2019	13,43	28,27	2,75	5,55	9,61	0,74	120
	2020	11,38	28,12	3,48	5,85	9,56	0,73	97
	2021	13,00	26,98	3,96	6,83	9,82	0,77	110

При внесении фосфорно-калийных удобрений $P_{45}K_{90}$ (интегрированная система) аналогичная закономерность повторяется. Внеклассный корм по содержанию сырого протеина (8,69 и 8,81%) получен в 2019 и 2020 гг. за счет внедрения в травостой лисохвоста лугового и выпадения клевера ползучего. В остальные три года корм по содержанию сырого протеина соответствовал первому–третьему классам качества, сырой клетчатки — первому. Корм, полученный во время второго укоса, по содержанию сырой клетчатки соответствовал первому классу качества, по содержанию сырого протеина в 2020 г. был внеклассным, что связано с низким содержанием бобовых (3,3%). Содержание обменной энергии по обоим укосам (9,18–10,07 МДж) соответствовало первому классу качества, содержание переваримого протеина снижалось до 60 г на одну кормовую единицу. При внесении минеральных удобрений $N_{60}P_{45}K_{90}$ (экстенсивная техногенно-минеральная система) в первом укосе содержание сырого протеина соответствовало первому–второму классам качества, сырой клетчатки — первому. По содержанию сырого протеина (8,62%) во втором укосе в 2020 г. полученный корм был внеклассным, что связано с уменьшением участия злаковых видов из-за недостаточной влагообеспеченности (20–80 мм осадков при формировании второго укоса). Содержание сырой клетчатки соответствовало первому классу качества сена.

На фоне техногенной и интегрированной системы, а также при внесении $N_{60}PK$ за сезон (экстенсивная техногенно-минеральная система) формируются низовозлаковые травостои, пригодные в

основном для пастбищного или экстенсивного использования при периодическом скашивании сенокосов (с целью сохранения сельскохозяйственных угодий от зарастания их кустарником и мелколесьем). При сенокосном их использовании качество полученного сырья частично соответствует критериям первого–третьего классов принятого стандарта, продуктивность составляет 23–56 ц/га, по содержанию переваримого протеина в 14 случаях не соответствовало ГОСТ по качеству сена (52–62 г в 1 корм. ед.).

При увеличении дозы азотных удобрений до N_{90} , N_{120} , N_{180} на фоне $P_{45}K_{90}$ формируется сенокосный тип травостоя с преобладанием костреца безостого.

Показатели качества травяного сырья для получения сена в среднем за пятилетний период наблюдений в первом укосе на фоне $N_{90-120}PK$ составили 9,40–9,59 МДж обменной энергии, во втором укосе — 9,55–9,76 МДж ОЭ, содержание кормовых единиц соответственно с фонами удобрений — 0,70–0,73 и 0,73–0,76 в 1 кг сухого вещества. Обеспеченность корма переваримым протеином в первом укосе для травостоя с лисохвостом было одинаковым (114 г) в первом укосе, во втором — 82–89 г. Увеличение дозы азотных удобрений до $N_{180}PK$ способствует преобладанию в травостое костреца безостого (41–80%), что отразилось на повышении концентрации сырого протеина (до 11,80–13,59%) по сравнению с фоном $N_{120}P_{45}K_{90}$ (10,1–12,8%); при этом содержание обменной энергии (9,5–9,8 МДж) и кормовых единиц (0,72–0,77) в 1 кг сухого вещества по укосам слабо изменялось, увеличение доз азотных удобрений существенно проявляется на

повышении продуктивности сенокоса — с 5,0 до 6,5 тыс. корм. ед./га.

Это доказывает целесообразность применения интенсивных технологий ведения лугового кормопроизводства в Нечерноземной зоне, обеспечивающих не только усовершенствование технологий и рост продуктивности, но и гарантирующих повышение качества объемистых кормов. Однако в отдельные периоды при неблагоприятном изменении неуправляемых стохастических условий (недостаточное количество атмосферных осадков или повышенная температура в период формирования укоса) выявлено получение неклассного сырья для заго-

товки сена. Это отмечено во вторых укосах в 2018 и 2020 гг., а также вследствие повышенной температуры — в 2019 г., всего семь случаев по содержанию переваримого протеина (67–89 г/корм. ед.).

Таким образом, для получения высококачественного сена на долголетних сенокосах (71–75-го годов пользования) необходимо применять при двуукосном использовании интенсивные техногенно-минеральные системы на основе самовозобновляющихся травостоев, способных при повышенных дозах удобрений ($N_{90-120-180}P_{45}K_{90}$) сохранять высокую продуктивность сенокоса — до 6,5 тыс. кормовых единиц с одного гектара.

Литература

1. Родионова А.В., Тебердиев Д.М. Продуктивность долголетнего сеяного сенокоса и качество корма // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. трудов, выпуск 15 (63) / ФГБНУ «ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса». — М. : Угрешская Типография, 2017. — С. 64–68.
2. Тебердиев Д.М., Кулаков В.А., Родионова А.В. Продуктивный потенциал и качество корма сенокосов и пастбищ // Животноводство России. — 2010. — № 9. — С. 45–50.
3. Жезмер Н.В. Энергосберегающие технологии самовозобновляющихся долголетних сенокосов // Кормопроизводство. — 2009. — № 12. — С. 10–13.
4. Collins R.P., Coverdale E., Vale J. Biomass production and forage quality in multispecies swards // Grassland – a European Resource? Proceedings of the 24th General Meeting of the European Grassland Federation. Lublin, Poland, 3–7 June 2012. — P. 97–99.
5. Vučković S., Prodanović S., Simić A., Savić M., Pajčin Đ. Effect of fertilization on yield on permanent grasslands in Serbia // The multiple roles of grassland in the European bioeconomy. Proceedings of the 26th General Meeting of the European Grassland Federation. Trondheim, Norway, 4–8 September 2016. — P. 332–334.
6. Спиридонов А.М., Мазин А.М. Урожайность и качество корма травостоев клевера лугового на северо-западе России // Аграрная Россия. — 2021. — № 10. — С. 8–11.
7. Петрук В.А., Вотяков А.О. Экономическая и энергетическая эффективность создания сенокосов и пастбищ в лесостепной зоне Западной Сибири // Кормопроизводство. — 2020. — № 8. — С. 11–14.
8. Экономическая эффективность систем и усовершенствованных технологий производства объемистых кормов / А.А. Кутузова, Д.М. Тебердиев, А.В. Родионова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. — 2019. — № 6. — С. 44–50.
9. Привалова К.Н., Каримов Р.Р. Агроэнергетическая эффективность производства пастбищного корма на долголетних райграсовых и фестулолиумовых травостоях // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. трудов, выпуск 19 (67). — М., 2018. — С. 74–79.

10. Жезмер Н.В. Экономическая эффективность длительного многоукосного использования разнотравных злаковых травостоев // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. трудов, выпуск 24 (72). – М., 2020. – С. 24–29.
11. Привалова К.Н. Биологический потенциал самовозобновляющихся видов многолетних трав в составе разновозрастных пастбищных травостоев // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. трудов, выпуск 24 (72). – М., 2020. – С. 14–18.
12. Долголетие и урожайность злаковых трав газонного типа при использовании на кормовые цели / Н.Н. Лазарев, В.В. Соколова, Я.Г. Бутько, С.М. Авдеев // Кормопроизводство. – 2019. – № 2. – С. 8–13.
13. Смирнова А.В. Влияние минеральных и органических систем удобрения на продуктивность долголетнего пастбищного травостоя // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. трудов, выпуск 24 (72). – М., 2020. – С. 39–43.
14. Дронов А.В. Эффективность минеральных удобрений при возделывании сорго-суданковых гибридов на юго-западе Центрального Нечерноземья // Кормопроизводство. – 2019. – № 1. – С. 12–16.
15. Чеботарев Н.Т., Броварова О.В. Влияние минеральных удобрений на фоне известкования на урожайность бобово-злаковой травосмеси и свойства дерново-подзолистой почвы Северо-Востока // Кормопроизводство. – 2021. – № 6. – С. 11–15.
16. Фигурин В.А., Кислицына А.П. Продуктивность и питательная ценность лядвенце-тимopheечных травостоев при разном уровне минерального питания и известкования // Кормопроизводство. – 2020. – № 7. – С. 23–27.
17. Методические рекомендации по определению энергетической питательности кормов для жвачных / Н.Г. Григорьев [и др.]. – Москва, 1984. – 44 с.
18. Биологическая полноценность кормов / Н.Г. Григорьев, М.П. Волков, Е.С. Воробьев [и др.]. – М. : Агропромиздат, 1989. – 297с.
19. Минеральные элементы в кормах и методы их анализа : монография / В.М. Косолапов, В.А. Чуйков, Х.К. Худякова, В.Г. Косолапова. – Москва : Угреша Т, 2019. – 272 с.

References

1. Rodionova A.V., Teberdiev D.M. Produktivnost' dolgoletnego seyanogo senokosa i kachestvo korma [Productivity of long-term seeded haymaking and forage quality]. *Mnogofunktsional'noye adaptivnoye kormoproizvodstvo : sb. nauch. trudov, vypusk 15 (63)* [Multifunctional adaptive fodder production: a collection of scientific Proceedings, issue 15 (63)]. Moscow, Ugreshskaya Tipografiya Publ., 2017, pp. 64–68.
2. Teberdiev D.M., Kulakov V.A., Rodionova A.V. Produktivnyy potentsial i kachestvo korma senokosov i pastbishch [Productive potential and quality of forage of hayfields and pastures]. *Zhivotnovodstvo Rossii* [Animal husbandry of Russia], 2010, no. 9, pp. 45–50.
3. Zhezmer N.V. Energoberegayushchiye tekhnologii samovozobnovlyayushchikhsya dolgoletnikh senokosov [Energy-saving technologies for self-renewable long-term hayfields]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], 2009, no. 12, pp. 10–13.
4. Collins R.P., Coverdale E., Vale J. Biomass production and forage quality in multispecies swards. *Grassland – a European Resource? Proceedings of the 24th General Meeting of the European Grassland Federation*. Lublin, Poland, 3–7 June 2012. P. 97–99.
5. Vučković S., Prodanović S., Simić A., Savić M., Pajčin Đ. Effect of fertilization on yield on permanent grasslands in Serbia. *The multiple roles of grassland in the European bioeconomy. Proceedings of the 26th General Meeting of the European Grassland Federation*. Trondheim, Norway, 4–8 September 2016. P. 332–334.

6. Spiridonov A.M., Mazin A.M. Urozhaynost' i kachestvo korma travostoyev klevera lugovogo na severo-zapade Rossii [Productivity and quality of fodder in meadow clover grass stands in the north-west of Russia]. *Agrarnaya Rossiya [Agrarian Russia]*, 2021, no. 10, pp. 8–11.
7. Petruk V.A., Votyakov A.O. Ekonomicheskaya i energeticheskaya effektivnost' sozdaniya senokosov i pastbishch v lesostepnoy zone Zapadnoy Sibiri [Economic and energy efficiency of creating hayfields and pastures in the forest-steppe zone of Western Siberia]. *Kormoproizvodstvo [Fodder production]*, 2020, no. 8, pp. 11–14.
8. Kutuzova A.A., Teberdiev D.M., Rodionova A.V. et al. Ekonomicheskaya effektivnost' sistem i usovershenstvovannykh tekhnologiy proizvodstva ob'yemistykh kormov [Economic efficiency of systems and improved technologies for the production of bulky feed]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Achievements of science and technology of the agro-industrial complex]*, 2019, no. 6, pp. 44–50.
9. Privalova K.N., Karimov R.R. Agroenergeticheskaya effektivnost' proizvodstva pastbishchnogo korma na dolgoletnikh raygrasovykh i festuloliumovykh travostoyakh [Agroenergy efficiency of pasture fodder production on long-term ryegrass and festulolium grass stands]. *Mnogofunktsional'noye adaptivnoye kormoproizvodstvo : sb. nauch. trudov, vypusk 19 (67) [Multifunctional adaptive fodder production: a collection of scientific Proceedings, issue 19 (67)]*. Moscow, 2018, pp. 74–79.
10. Zhezmer N.V. Ekonomicheskaya effektivnost' dlitel'nogo mnogoukosnogo ispol'zovaniya raznospesvayushchikh zlakovykh travostoyev [Economic efficiency of long-term multi-cutting use of differently ripening cereal grass stands]. *Mnogofunktsional'noye adaptivnoye kormoproizvodstvo : sb. nauch. trudov, vypusk 24 (72) [Multifunctional adaptive fodder production: a collection of scientific Proceedings, issue 24 (72)]*. Moscow, 2020, pp. 24–29.
11. Privalova K.N. Biologicheskii potentsial samovozobnovlyayushchikhsya vidov mnogoletnikh trav v sostave raznovozrastnykh pastbishchnykh travostoyev [Biological potential of self-renewing species of perennial grasses in the composition of pasture grass stands of different ages]. *Mnogofunktsional'noye adaptivnoye kormoproizvodstvo : sb. nauch. trudov, vypusk 24 (72) [Multifunctional adaptive fodder production: a collection of scientific Proceedings, issue 24 (72)]*. Moscow, 2020, pp. 14–18.
12. Lazarev N.N., Sokolova V.V., Butko Ya.G., Avdeev S.M. Dolgoletie i urozhaynost' zlakovykh trav gazonnogo tipa pri ispol'zovanii na kormovyye tseli [Longevity and yield of lawn-type cereal grasses when used for fodder purposes]. *Kormoproizvodstvo [Fodder production]*, 2019, no. 2, pp. 8–13.
13. Smirnova A.V. Vliyaniye mineral'nykh i organicheskikh sistem udobreniya na produktivnost' dolgoletnego pastbishchnogo travostoya [Influence of mineral and organic fertilizer systems on the productivity of long-term pasture herbage]. *Mnogofunktsional'noye adaptivnoye kormoproizvodstvo : sb. nauch. trudov, vypusk 24 (72) [Multifunctional adaptive fodder production: a collection of scientific Proceedings, issue 24 (72)]*. Moscow, 2020, pp. 39–43.
14. Dronov A.V. Effektivnost' mineral'nykh udobreniy pri vozdeleyvanii sorgo-sudankovykh gibridov na yugo-zapade Tsentral'nogo Nechernozem'ya [Efficiency of mineral fertilizers in the cultivation of sorghum-sudangrass hybrids in the southwest of the Central Non-Chernozem Region]. *Kormoproizvodstvo [Fodder production]*, 2019, no. 1, pp. 12–16.
15. Chebotarev N.T., Brovarova O.V. Vliyaniye mineral'nykh udobreniy na fone izvestkovaniya na urozhaynost' bobovo-zlakovoy travosmesi i svoystva dernovo-podzolistoy pochvy Yevro-Severo-Vostoka [Influence of mineral fertilizers against the background of liming on the yield of legume-cereal grass mixture and properties of soddy-podzolic soil of the Euro-North-East]. *Kormoproizvodstvo [Fodder production]*, 2021, no. 6, pp. 11–15.
16. Figurin V.A., Kislytsyna A.P. Produktivnost' i pitatel'naya tsennost' lyadventse-timofeyechnykh travostoyev pri raznom urovne mineral'nogo pitaniya i izvestkovaniya [Productivity and nutritional val-

- ue of bird's-foot trefoil mixture with common timothy on various backgrounds of mineral nutrition and liming]. *Kormoproizvodstvo* [*Fodder production*], 2020, no. 7, pp. 23–27.
17. Grigorev N.G. et al. Metodicheskiye rekomendatsii po opredeleniyu energeticheskoy pitatel'nosti kormov dlya zhvachnykh [Guidelines for determining the energy nutritional value of feed for ruminants]. Moscow, 1984, 44 p.
 18. Grigorev N.G., Volkov M.P., Vorobev E.S. et al. Biologicheskaya polnotsennost' kormov [Biological usefulness of feed]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1989, 297p.
 19. Kosolapov V.M., Chuykov V.A., Khudyakova Kh.K., Kosolapova V.G. Mineral'nyye elementy v kormakh i metody ikh analiza : monografiya [Mineral elements in feed and methods of their analysis: monograph]. Moscow, Ugresha T Publ., 2019, 272 p.

УДК 631.4, 579.266.2

DOI: <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2023-1-39-49>

ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЗИРОВАННОГО ПОМЕТА КУР КЛЕТОЧНОГО СОДЕРЖАНИЯ НА ПАТОГЕННУЮ МИКРОФЛОРУ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

Н.Н. Щукин¹, кандидат сельскохозяйственных наук
В.Д. Соболев², кандидат биологических наук

¹*Верхневолжский федеральный аграрный научный центр
602060, Россия, Владимирская область, Суздальский район,
п. Новый, ул. Центральная, д. 3
n9159803437@yandex.ru*

²*ООО «БИОТРОФ»,
196602, Россия, г. Пушкин, г. Санкт-Петербург, ул. Малиновская, 8А, пом.-7М*

EFFECT OF BIOLOGIZED MANURE FROM CHICKENS KEPT IN CAGES ON THE PATHOGENIC MICROFLORA OF SOD-PODZOLIC SOIL

N.N. Shchukin¹, Candidate of Agricultural Sciences
B.D. Sobolev², Candidate of Biological Sciences

¹*Upper Volga Federal Agrarian Scientific Center
602060, Russia, Vladimir region, Suzdal district, Novyi village, Tsentralnaya str., 3
n9159803437@yandex.ru*

²*ООО "BIOTROF"
196602, Russian Federation, Pushkin, St. Petersburg, Malinovskaya str., 8A, room-7M,*

Секвенирование метагеномов почвенных образцов показало, что в результате внесения ферментированного бактериями пробиотиков помета филогенетический состав почвенного микробиома сохранялся, но изменялась его таксономическая структура и функциональность в связи с увеличением общей численности бактерий микробиома (при различной активности таксонов). В опыте использована доза биологизированного свежего помета кур 120 т/га, внесенная разбрасыванием под вспашку, контроль — без органики. В пахотном горизонте удобренной почвы отмечено увеличение общего обилия бактерий: в первый срок отбора образцов — с $6,9 \cdot 10^7$ до $1,3 \cdot 10^8$ копий/г почвы гена 16S рРНК бактерий, а через 30 дней — с $1,6 \cdot 10^7$ до $1,3 \cdot 10^8$ копий/г. В целях экологической безопасности применения биологизированного помета для окружающей среды исследовалось наличие в удобренной почве и в контроле патогенной и условно-патогенной микрофлоры, представители которых обнаружены во всех почвенных образцах: более высокая доля энтеробактерий отмечена в контрольном образце (0,6%), а с пометом — не превышала 0,15%; содержание патогенных бактерий на удобренном фоне в первый срок отбора почвы практически не изменялось (0,7–0,8%), но во второй — резко снизилось по отношению к контролю (с 2,5 до 1,1%). Такое снижение содержания патогенных бактерий сопровождалось увеличением их численного обилия (с $3,9 \cdot 10^5$ до $1,4 \cdot 10^6$ копий/г), преимущественно бактерий *Pseudomonas* sp. (с $2,1 \cdot 10^5$ до $9,3 \cdot 10^5$ копий/г),

что является следствием общего роста обилия бактерий в микробиоме на фоне обогащения почвы органикой и повышения почвенного плодородия. На указанном этапе исследований существенно негативного микробиологического влияния биологизированного свежего куриного помета на экологическое состояние почвы не выявлено.

Ключевые слова: патогены, почва, биологизированный помет, пробиотики, филогенетический состав, метабеном.

Sequencing of the metagenomes of soil samples showed that as a result of the introduction of a litter fermented with probiotics by bacteria, the phylogenetic composition of the soil microbiome was preserved, but its taxonomic structure and functionality changed due to an increase in the total number of microbiome bacteria (with different taxon activity). The experiment used a dose of biologized fresh chicken droppings — 120 t/ha, introduced by spreading for plowing, control — without organic matter. In the arable horizon of fertilized soil, an increase in the total abundance of bacteria was noted: in the 1st sampling period — from 6.9×10^7 to 1.3×10^8 copies/g of the soil of the 16S rRNA gene of bacteria, and after 30 days — from 1.6×10^7 to 1.3×10^8 copies/g. In order to ensure the environmental safety of the use of biologized litter for the environment, the presence of pathogenic and conditionally pathogenic microflora in fertilized soil and in the control was investigated, representatives of which were found in all soil samples: a higher proportion of enterobacteria was noted in the control sample (0.6%), and with litter — did not exceed 0.15%; the content of pathogenic bacteria on the fertilized background in the 1st period of soil sampling practically did not change (0.7–0.8%), but in the 2nd it sharply decreased in relation to the control (from 2.5 to 1.1%). Such a decrease in the content of pathogenic bacteria was accompanied by an increase in their numerical abundance (from 3.9×10^5 to 1.4×10^6 copies/g), mainly *Pseudomonas* sp. bacteria (from 2.1×10^5 to 9.3×10^5 copies/g), which is a consequence of the general increase in the abundance of bacteria in the microbiome against the background of soil enrichment with organic matter and increased soil fertility. At this stage of research, no significant negative microbiological effect of biologized fresh chicken manure on the ecological state of the soil was revealed.

Keywords: pathogens, soil, biologized litter, probiotics, phylogenetic composition, metagenome.

Внедрение в молекулярную экологию методов секвенирования нуклеотидных последовательностей позволило полнее исследовать почвенные микроорганизмы и изучить микробиологические особенности прокариотных сообществ почвы [1; 2].

Выявлено, что в почве, включая ризосферу растений, существуют так называемые некультивируемые микроорганизмы, присутствие которых невозможно детектировать традиционными методами на питательных средах. По различным оценкам, обилие некультивируемой микрофлоры составляет 90–99% состава почвенных микробиомов [3]. К ним относятся ранее неизвестные виды и формы микроорганизмов, пре-

кращающие рост на питательных средах под влиянием неблагоприятных факторов, но сохраняющие жизнеспособность и возобновляющие пролиферацию при улучшении условий культивирования. Некультивируемое состояние (реакция на среду обитания) обнаружено у многих видов бактерий, включая патогенные [4].

Патогенные свойства бактерий связаны с особенностями их ферментов и токсинов, которые обладают не только определенной патогенностью по отношению к растениям и животным, но и пестицидной активностью против сорняков, грибов, насекомых и нематод. В полной мере это относится к бактериям *Burkholderia* sp. Одни штаммы этого ви-

да (таксона) вызывают бактериозы зерновых, овощных культур и картофеля, а другие — выделяют продукты, обладающие гербицидной (против двудольных и осоковых сорняков), фунгистатической (против грибных заболеваний) или инсектицидной (против насекомых и нематод) активностью [5; 6].

Высокой фитопатогенностью по отношению к сельскохозяйственным культурам обладают бактерии видов *Pseudomonas* sp. и *Xanthomonas* sp. — возбудители бактериальных заболеваний, которые в сочетании с грибными инфекциями, например зерновых культур, являются причинами слабого кущения (с признаками, напоминающими азотно-фосфорное голодание растений), карликовости стеблей, стерилизации колоса, почернения зерен у основания, неразвитости корневой системы и корневых гнилей, неустойчивости растений к засухе, снижения зимостойкости и полегания; падения урожайности и устойчивости к неблагоприятным природным (абиотическим) факторам и других [6].

В обычных условиях совместная бактериально-грибная инфекция трудно распознаваема, а признаки болезней часто приписываются одним грибам или недостаткам элементов питания в почве. При этом использование фунгицидов только против грибных инфекций усиливает бактериальные, а внесение минеральных удобрений не приносит желаемого результата.

Кроме того, бактерии *Pseudomonas* могут деградировать значительную группу токсических соединений (гербициды, инсектициды и др.) и обладают редкой способностью выделять белок — активатор замерзания воды, который снижает ее температуру в период зимов-

ки озимых зерновых, в результате чего даже успешно перезимовавшие растения могут погибнуть весной после возобновления вегетации [6; 7].

Эффективность применения пробиотиков в кормлении птицы широко известна, но ранее не изучалось побочное действие их ферментов на патогенную микрофлору помета, возможное его оздоровление — биологизации ферментами пробиотиков.

Задачей данных исследований является изучение таксономического состава, численности и функциональных изменений почвенного микробиома, в том числе патогенной микрофлоры, в результате внесения свежего биологизированного помета в малоплодородную дерново-подзолистую почву, исключая стадию обеззараживания и доработки (компостирования или высушивания помета) в навозохранилищах, при соблюдении норм экологической безопасности окружающей среды.

Применение биологизированного свежего помета кур клеточного содержания в растениеводстве, после изучения его экологической безвредности для окружающей среды, может позволить снизить затраты птицефабрик на утилизацию помета и использовать его для более эффективного возделывания сельскохозяйственных культур на малоплодородных землях.

Материалы и методы. Ферментацию помета кур клеточного содержания производили путем включения в рацион их кормления пробиотиков. Свежий помет из птичников вывозили в течение одного–двух дней на поля прицепом-разбрасывателем (емкостью 25 м³), исключая стадию промежуточного хранения и обеззараживания в навозохрани-

лище. Далее помет в дозе 120 т/га разбрасывали под весновспашку, которую провели после внесения органики. Опыт закладывали в двух вариантах (контроль — без удобрения и удобренный — 120 т/га биологизированного помета), а участок засеяли яровой пшеницей. Размещение опытных делянок (площадью 1 га) — систематическое. Образцы почвы отбирали по общепринятой методике в два срока: 1 июля (в слое 0–20 и 20–40 см) — в фазу трубкования пшеницы и 30 июля (в слое 0–20 см) — в фазу молочной спелости зерна.

В молекулярно-генетической лаборатории ООО «БИОТРОФ» (г. Санкт-Петербург) проведено изучение таксономической структуры бактериального сообщества почвы с использованием NGS-секвенирования нуклеотидных последовательностей и подсчет численности копий бактерий в реальном времени (real-time PCR) при помощи количественной ПЦР препаратов ДНК, выделенных из образцов суглинистой дерново-подзолистой почвы под посевами яровой пшеницы по вариантам без удобрений (контроль) и на фоне последствий внесения биологизированного свежего помета кур.

Амплификация проведена с использованием ДНК-амплификатора Verity («Life Technologies, Inc.», США) с помощью эубактериальных праймеров (IDT) 343F (CTCCTACGGRRSGCAGCAG-3) и 806R (GGACTACNVGGGTWTCTAAT-3), фланкирующих участок V1V3 гена 16S рРНК.

Метагеномное секвенирование осуществляли на геномном секвенаторе MiSeq («Illumina, Inc.», США) с набором MiSeqReagentKit V3 («Illumina, Inc.»,

США). Максимальная длина полученных последовательностей составила 2*300 нт. Химерные последовательности были исключены из анализа с помощью программы «USEARCH 7.0».

Обработка полученных ридов 2*300 нт происходила с помощью биоинформатической платформы «CLC Bio GW 7.0» («Qiagen», Нидерланды) и включала в себя перекрывание, фильтрацию по качеству ($QV > 15$) и триммирование праймеров. Определение таксономической принадлежности микроорганизмов до рода проводили с применением программы RDP Classifier.

Погрешность прибора MiSeq, на котором проводили NGS-секвенирование, составляла 5%.

Результаты и их обсуждение. Данные секвенирования нуклеотидных последовательностей и подсчета методом ПЦР численности копий гена 16S рРНК бактерий из различных почвенных горизонтов по вариантам опыта представлены ниже (табл. 1). Распределение бактерий по горизонтам почвы отличалось неравномерностью: в пахотном слое 0–20 см численность бактерий варьировала в пределах $6,9 \cdot 10^7$ – $1,3 \cdot 10^8$ копий/г почвы и снижалась примерно на 2 порядка в слое 20–40 см.

Внесение помета способствовало росту обилия микроорганизмов в почве по сравнению с контролем в образцах от 1 июля: с $6,9 \cdot 10^7$ до $1,3 \cdot 10^8$ в слое 0–20 см и с $6,3 \cdot 10^5$ до $1,5 \cdot 10^6$ копий/г в слое 20–40 см. Через 30 дней в пахотном слое контрольного варианта наблюдалось снижение численности бактерий (до $1,6 \cdot 10^7$ копий/г) и их стабильность на удобренном фоне (в начале и конце опыта — по $1,3 \cdot 10^8$ копий/г).

1. Влияние последствия помета на обилие бактерий в почве

Сроки отбора образцов	Удобрение	Слой почвы, см	Количество копий бактерий, копий/г (lg копий/г)
1 июля	Без удобрений (контроль)	0–20	$6,9 \cdot 10^7$ (7,84)
		20–40	$6,3 \cdot 10^5$ (5,80)
	Последствие 120 т/га	0–20	$1,3 \cdot 10^8$ (8,11)
		20–40	$1,5 \cdot 10^6$ (6,17)
30 июля	Без удобрений (контроль)	0–20	$1,6 \cdot 10^7$ (7,20)
	Последствие 120 т/га	0–20	$1,3 \cdot 10^8$ (8,11)

Заметное увеличение (на 1 порядок) обилия бактерий в удобренной почве — показатель активности процессов, инициируемых группами микроорганизмов углеродного и азотного циклов в аэробных и анаэробных условиях, вследствие повышения содержания в почве органических питательных веществ (запасов минерального азота — от низкого до очень высокого), а также снижения кислотности (рН — от слабокислой до близкой к нейтральной) в результате внесения помета.

Согласно проведенному филогенетическому анализу (рис. 1), таксономический состав микробного сообщества бактерий сформирован преимущественно представителями 10 фил бактерий (*Proteobacteria*, *Acidobacteria*, *Actinobacteria*, *Bacteroidetes*, *Chloroflexi*, *Firmicutes*, *Gemmatimonadetes*, *Verrucomicrobia*, *Parcubacteria* и *Plantomycetis*), суммарная доля которых в образцах пахотного слоя почвы оставалась постоянной (около 91–93%), но резко уменьшалась с глубиной: с 93 до 67% на удобренном фоне и с 92 до 48% на контроле, что связано с изменением условий аэрации почвы с глубиной.

Вглубь по профилю почвы возрастала доля неопределенных последователь-

ностей ДНК (с 4–5% в слое 0–20 см до 30–49% в слое 20–40 см). В разнице содержания неидентифицируемых микроорганизмов в подпахотном горизонте, на фоне последствия помета (30%) и на контроле (49%), также усматривается взаимосвязь с плодородием почвы.

Наиболее широко в таксономическом составе микробиома представлена фила *Proteobacteria* с вкладом в сообщество 18–31%, далее следуют *Actinobacteria* (8–25%), *Acidobacteria* (4–18%), *Bacteroidetes* (5–9%), *Verrucomicrobia* (2–7%), *Firmicutes* (1–7%) и *Plantomycetis* (1–5%) (рис. 1). Обозначенные филы включают в себя широкий спектр бактерий с разными эколого-физиологическими функциями, а динамика их долевого участия в сообществе бактерий зависит от плодородия, кислотности, температуры, влажности и глубины отбора почвенных образцов.

Последствие внесения помета сопровождалось повышением таксономического значения представителей одних фил и подавлением других. Усилением активности на улучшение плодородия почвы отзывались бактерии *Actinobacteria* (их доля возросла с 15–19 до 21–25%) и *Acidobacteria* (с 13–16 до 18%). Подобная реакция характерна и для представи-

телей *Bacteroidetes* и *Firmicutes*. При этом долевое участие в микробиоме про-

теобактерий несколько снижалось (с 29–31 до 26%).

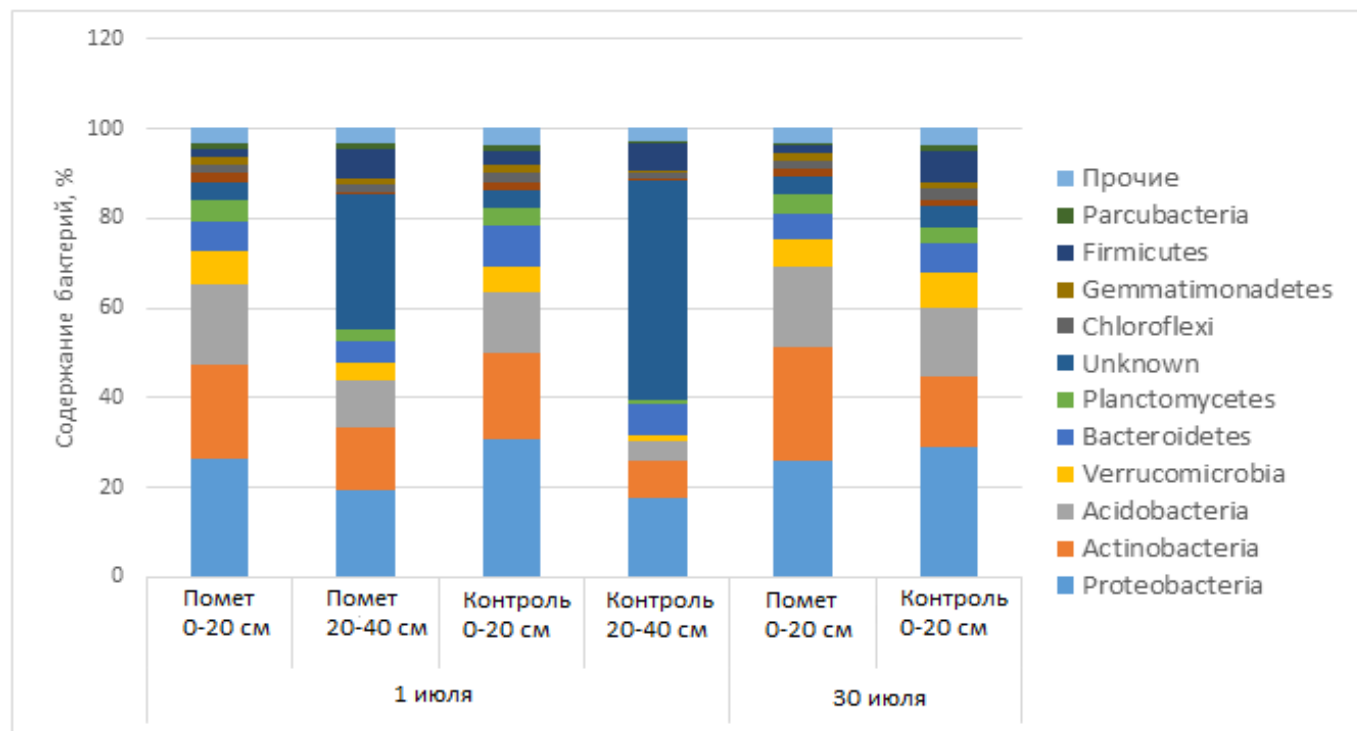


Рис. 1. Влияние последствия помета на разнообразие бактериального сообщества на уровне фил

На уровне порядков в почвенном микробиоме доминировали: *Actinomycetales* (7,3–13,9%, фила *Actinobacteria*), *Burkholderiales* (2,4–9,2%, фила *Proteobacteria*), *Rhizobiales* (2,6–7,3%, фила *Proteobacteria*), *Xanthomonadales* (1,3–7,3%, фила *Proteobacteria*), *Gaiellales* (2,4–4,5%, фила *Actinobacteria*), *Planctomycetales* (1,8–4,3%, фила *Planctomycetes*), *Sphingobacteriales* (1,7–4,3%, фила *Bacteroidetes*), *Solirubrobacterales* (0,7–3,5%, фила *Actinobacteria*), *Sphingomonadales* (0,5–3,0%, фила *Proteobacteria*) (рис. 2).

Улучшение плодородия почвы по-разному отражалось на реакции представителей отдельных порядков. Например, возросшая активность доминирующих видов, посредством внесения помета, подавляла развитие бактерий

порядка *Burkholderiales* (многие виды которых вызывают вспышки патогенных инфекций), поэтому в контрольном образце пахотного слоя почвы их содержалось значительно больше (5,0–9,2%), чем на удобренном фоне (3,4–3,7%). Положительной отзывчивостью на внесение органики выделялись бактерии порядка *Actinomycetales*, долевое участие которых возросло с 7,2–11,0 до 12,5–13,9%.

Учитывая, что в опытах изучалось последствие внесения в почву высокой дозы свежего биологизированного помета без предварительной специальной обработки (обеззараживания в хранилищах, компостирования или высушивания), поэтому в целях проверки экологической безопасности окружающей среды проводились исследования на присутст-

вие в почве условно-патогенных и патогенных микроорганизмов. Условно-патогенные энтеробактерии (семейство *Enterobacteriaceae* и др.) распространены повсеместно: в почве, воде, входят в состав микробиоты животных и человека. Во всех исследованных образцах почвы выявлены представители энтеробактерий с

незначительной в бактериальном сообществе долей, которая слабо изменялась по вариантам (рис. 3). Относительно большее содержание энтеробактерий обнаружено в контрольных образцах почвы в конце июля (0,6%). В остальных образцах доля энтеробактерий не превышала 0,15%.

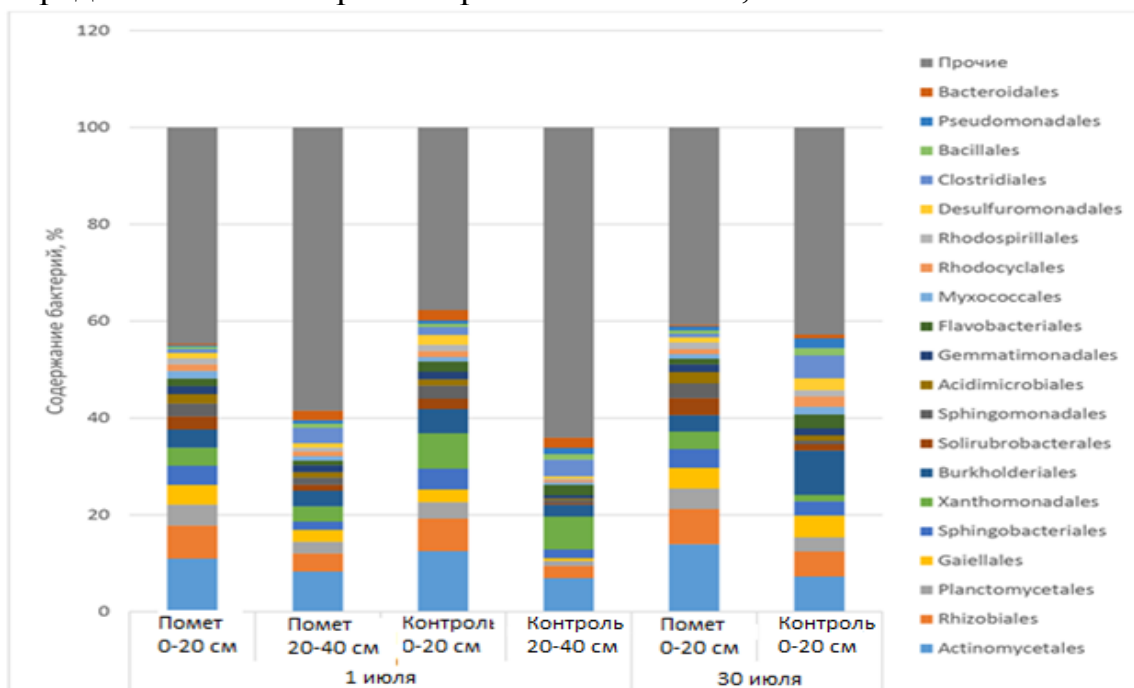


Рис. 2. Влияние последствия помета на разнообразие бактериального сообщества на уровне порядков

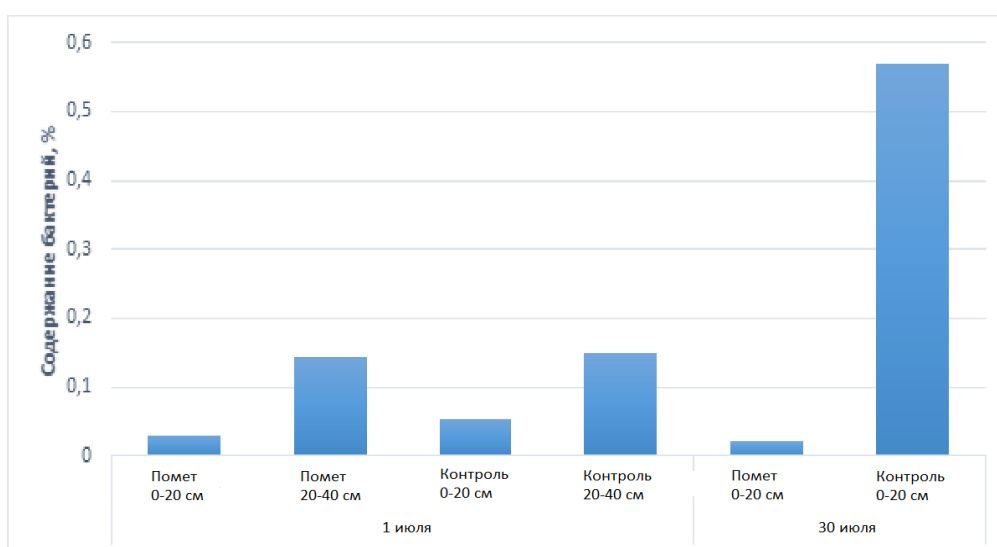


Рис. 3. Влияние последствия помета на содержание энтеробактерий в почве в относительном количестве

В начале опыта обилие энтеробактерий в слое почвы 0–20 см в удобренном и контрольном образцах не различалось и составляло около $3,9 \cdot 10^4$ копий/г почвы (рис. 4). Нижний слой почвы (20–40 см) характеризовался значительно меньшим (на 2 порядка) обилием услов-

но-патогенных бактерий ($9,1 \cdot 10^2$ – $2,1 \cdot 10^3$ копий/г). К концу опыта доля энтеробактерий в верхнем горизонте почвы несколько снизилась на фоне последствий помета (до $2,6 \cdot 10^4$ копий/г почвы), но повысилась в контроле (до $9,1 \cdot 10^4$ копий/г почвы).

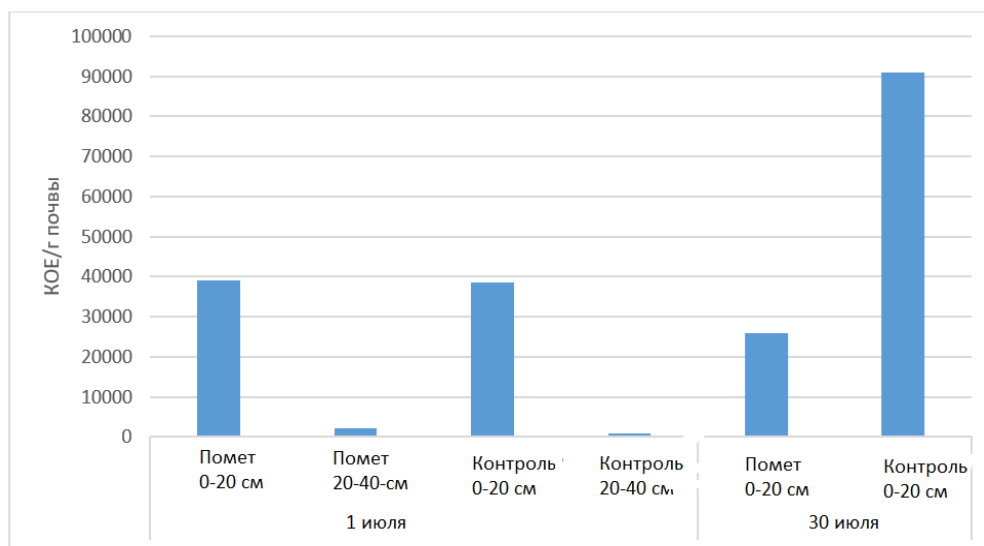


Рис. 4. Влияние последствий помета на обилие энтеробактерий в почве в реальном количестве

В почве выявлены патогенные таксоны животных и растений, принадлежащие семействам *Peptococcaceae*, *Pasteurellaceae*, *Staphylococcaceae*, *Streptococcaceae*, *Peptococcaceae* (фила *Firmicutes*), *Mycoplasmataceae* (фила *Tenericutes*) и *Campylobacteraceae* (фила *Proteobacteria*), а также относящиеся к видам *Xanthomonas* sp. (семейство *Xanthomonadaceae*), *Pseudomonas* sp. (семейство *Pseudomonadaceae*) и *Burkholderia* sp. (семейство *Burkholderiaceae*).

Обнаруженные в почве патогены составляли незначительную долю в микробиомах (0,7–2,5%, рис. 5). В начале опыта в верхнем горизонте почвы отмечена наименьшая доля патогенных бактерий, которая по вариантам практически не отличалась (0,7–0,8%). На глубине 20–40 см

их содержание несколько повышалось (до 1,3% на удобренном варианте и до 1,0% на контроле), в основном вследствие активности анаэробных патогенов (*Peptococcaceae* и *Streptococcaceae*). Во второй срок (в сравнении с первым) отбора образцов в горизонте почвы 0–20 см содержание патогенов в удобренной почве изменилось незначительно (повысилось с 0,7 до 1,1%), а в контроле резко возросло (с 0,8 до 2,5%) с преобладанием представителей семейств *Peptococcaceae* и *Burkholderiaceae*, но особенно *Pseudomonadaceae*. Предположительно, стимулирование микробного ценоза органическим веществом помета подавляет развитие патогенов при возрастании активности других эколого-физиологических групп микроорганизмов.

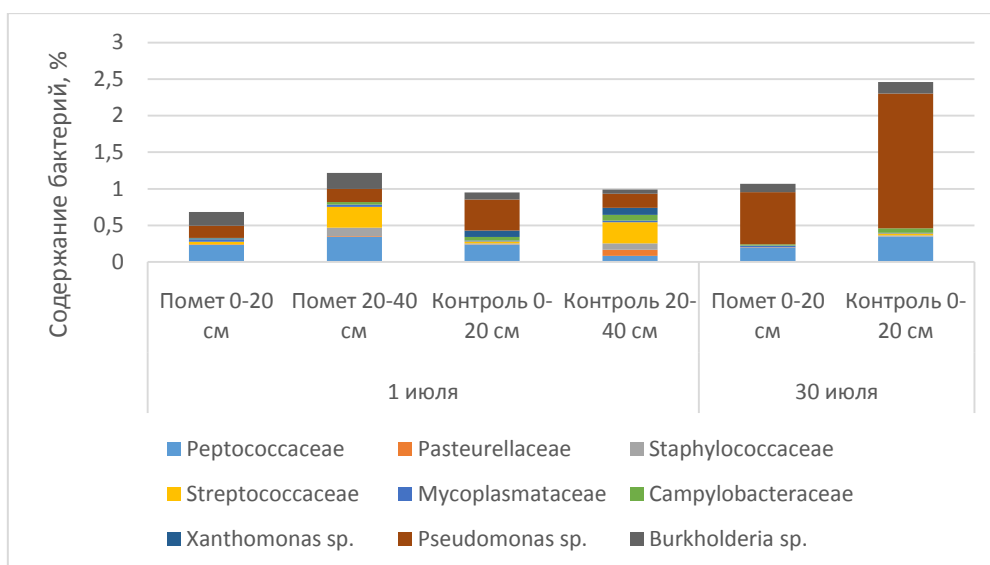


Рис. 5. Влияние последствия помета на содержание патогенных бактерий в почве в относительном количестве

По результатам количественной ПЦР в первый срок отбора образцов из верхнего слоя почвы существенных различий в обилии патогенных бактерий по вариантам не выявлено: $6,7 \cdot 10^5$ копий/г почвы — на контроле и $8,9 \cdot 10^5$ — на фоне последствия помета (рис. 6). В конце опыта обилие патогенов в удоб-

ренной почве возросло (до $1,4 \cdot 10^6$ копий/г почвы, в их числе бактерий *Pseudomonas sp.* с $2,1 \cdot 10^5$ до $9,3 \cdot 10^5$), но несколько снизилось в контроле (до $3,9 \cdot 10^5$ копий/г). Высокой активностью в пахотном горизонте выделялись и представители *Burkholderia sp.* и *Peptococcaceae*.

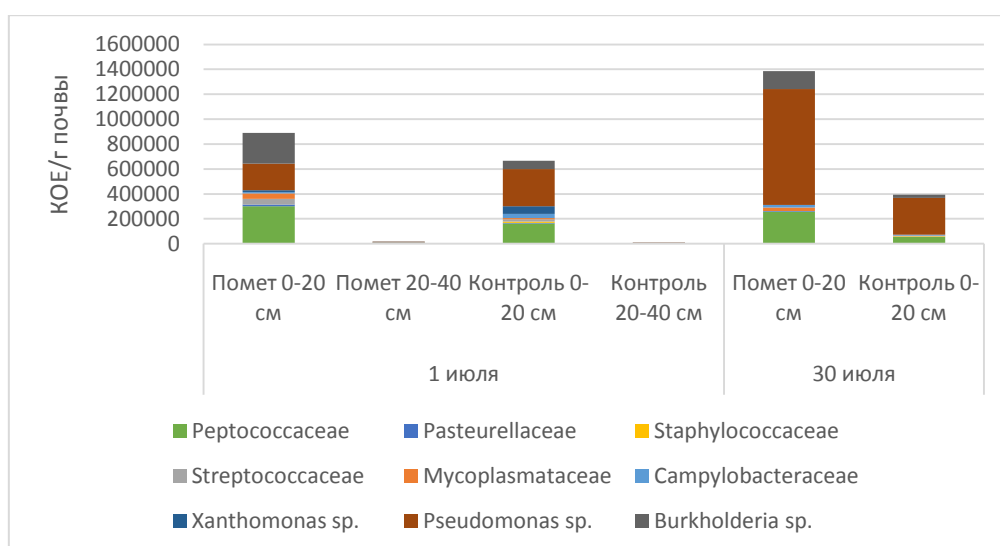


Рис. 6. Влияние последствия помета на содержание патогенных бактерий в почве в абсолютном количестве

Относительно низкое обилие патогенных бактерий характерно для образ-

цов, отобранных в подпахотном горизонте: в удобренном и контрольном ва-

риантах, соответственно, $1,8 \cdot 10^4$ и $6,2 \cdot 10^3$ копий/г почвы с преобладанием бактерий *Pseudomonas* sp. и *Xanthomonas* sp. — фитопатогенов, возбудителей бактериальных заболеваний сельскохозяйственных растений, которые обнаружены во всех почвенных образцах.

Заключение. В процессе анализа взаимосвязи обилия патогенных бактерий в почве с применением куриного помета отмечено снижение относительного (долевого) и повышение численного (реального) обилия микроорганизмов под влиянием обогащения почвы органикой. В контрольных образцах почвы наблюдалась обратная зависимость: увеличение долевого участия патогенов (анаэробов) при снижении их численного обилия в условиях бедного агрофона — недостатка органических веществ.

В заключение отметим: филогенетический состав микробиома изучаемой

дерново-подзолистой почвы отличался постоянством независимо от плодородия почвы, но под влиянием последствий органики (улучшения пищевого режима и кислотности почвы) на активность таксонов изменялась структура микробиома со сменой доминант и соответствующей им функциональности.

На данном этапе исследований существенного негативного влияния биологизированного свежего помета кур на экологическое состояние почвы не выявлено, а некоторое повышение обилия патогенов при снижении их долевого участия в почвенном микробиоме сопряжено с общей активностью бактерий.

В статье рассмотрены лишь некоторые аспекты экологической проблемы применения органики в растениеводстве.

Предложенная трактовка неполных данных исследований является предварительной оценкой накопленного первичного материала.

Литература

1. Таксономическая структура микробных сообществ в почвах различных типов по данным высокопроизводительного секвенирования библиотек гена 16S-rРНК / Е.Л. Чирак, Е.В. Першина, А.С. Дольник [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2013. – Т. 48, № 3. – С. 100–109.
2. Основные тенденции в формировании почвенного микробного сообщества в условиях стационарного полевого опыта по данным высокопроизводительного секвенирования библиотек гена 16S-rРНК / В.А. Думова, Е.В. Першина, Я.В. Мерзлякова, Ю.В. Круглов, Е.Е. Андронов // Сельскохозяйственная биология. – 2013. – № 5. – С. 85–92.
3. Генное досье микробиома / Е.В. Першина, Е.Е. Андронов, Г.Г. Самосоров, А.Н. Семенов // Наука из первых рук. – 2013. – Т. 49, № 1. – С. 68–75.
4. Соколенко А.В. Некультивируемые формы бактерий: распространение в природе, индукторы некультивируемого состояния и реверсии // Современные наукоемкие технологии. – 2006. – № 2. – С. 11–15.
5. Горобей И.М., Осипова Г.М. Проблема бактериозов растений и подходы к ее решению // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2017. – Т. 47, № 4. – С. 94–102.
6. Новые возбудители бактериозов и прогноз их распространения в России / А.Н. Игнатов, Н.В. Пунина, Е.В. Матвеева, К.П. Корнев, Э.Ш. Пехтерева, В.А. Политыко // Защита и карантин растений. – 2009. – № 4. – С. 38–41.
7. Желдакова Р.А., Мямин В.Е. Фитопатогенные микроорганизмы. – Минск, 2006. – 116 с.

References

1. Chirak E.L., Pershina E.V., Dolnik A.S. et al. Taksonomicheskaya struktura mikrobykh soobshchestv v pochvakh razlichnykh tipov po dannym vysokoproizvoditel'nogo sekvenirovaniya bibliotek gena 16S-rRNA [Taxonomic structure of microbial association indifferent soils investigated by high-throughput sequencing of 16S-rRNA gene library]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya* [Agricultural biology], 2013, no. 3, pp. 100–109.
2. Dumova V.A., Pershina E.V., Merzlyakova Ya.V., Kruglov Yu.V., Andronov E.E. Osnovnyye tendentsii v formirovanii pochvennogo mikrobnogo soobshchestva v usloviyakh statsionarnogo polevogo opyta po dannym vysokoproizvoditel'nogo sekvenirovaniya bibliotek gena 16S-rRNA [The main trends in the formation of the soil microbial community in the conditions of stationary field experience according to high-performance sequencing of 16S-rRNA gene libraries]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya* [Agricultural biology], 2013, no. 5, pp. 85–92.
3. Pershina E.V., Andronov E.E., Samosorov G.G., Semenov A.N. Gennoye dos'ye mikrobioma [Microbiome gene dossier]. *Nauka iz pervykh ruk* [First-hand science], 2013, vol. 49, no. 1, pp. 68–75.
4. Sokolenko A.V. Nekul'tiviruyemye formy bakteriy: rasprostraneniye v prirode, induktory nekul'tiviruyemogo sostoyaniya i reversii [Uncultivated forms of bacteria: distribution in nature, inducers of uncultivated state and reversion]. *Sovremennyye naukoymkiye tekhnologii* [Modern high-tech technologies], 2006, no. 2, pp. 11–15.
5. Gorobey I.M., Osipova G.M. Problema bakteriozov rasteniy i podkhody k yeye resheniyu [The problem of bacterioses in plants and approaches to solving it]. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki* [Siberian Herald of Agricultural Sciences], 2017, vol. 47, no. 4, pp. 94–102.
6. Ignatov A.N., Punina N.V., Matveeva E.V., Kornev K.P., Pekhtereva E.Sh., Polityko V.A. Novyye vozbuditeli bakteriozov i prognoz ikh rasprostraneniya v Rossii [New pathogens of bacterioses and the forecast of their spread in Russia]. *Zashchita i karantin rasteniy* [Plant protection and quarantine], 2009, no. 4, pp. 38–41.
7. Zheldakova R.A., Myamin V.E. Fitopatogennyye mikroorganizmy [Phytopathogenic microorganisms]. Minsk, 2006, 116 p.

УДК 631.522/.524

DOI: <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2023-1-50-60>

**МОСКОВСКАЯ СЕЛЕКЦИОННАЯ СТАНЦИЯ
И ВНИИ КОРМОВ им. В.Р. ВИЛЬЯМСА:
СОТРУДНИЧЕСТВО, ПРОВЕРЕННОЕ ВРЕМЕНЕМ**

Г.И. Ившин, доктор сельскохозяйственных наук

*ГУП МО «Московская селекционная станция»
142960, Россия, Московская область, с. Узуново, ул. Советская, д. 5
g.ivshin.g@yandex.ru*

**THE MOSCOW SELECTION STATION AND ALL-RUSSIAN
WILLIAMS FODDER RESEARCH INSTITUTE:
TIME-TESTED COOPERATION**

G.I. Ivshin, Doctor of Agricultural Sciences

*The Moscow Selection Station
142960, Russia, Moscow region, Uzunovo village, Sovetskaya str., 5
g.ivshin.g@yandex.ru*

Представлены основные направления и итоги научных исследований Московской селекционной станции со времени передачи ее в ведение ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса (1958 г.). При этом особое внимание уделено тем достижениям, которые сохранили актуальность в настоящее время. Показана важная роль в выполнении программ исследований ВНИИ кормов, что выразилось в научно-методическом руководстве, а также непосредственном участии в реализации отдельных разработок. Большое значение имела для станции и деятельность ВНИИ кормов как «кузницы научных кадров», инициатора и координатора новых направлений исследований, то есть в решении тех вопросов, которые приобрели особую актуальность в наши дни.

Ключевые слова: Московская селекционная станция, направления и итоги исследований, сотрудничество с ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса.

The main directions and results of scientific research of the Moscow Selection Station since its transfer under the leadership of the All-Russian Williams Fodder Research Institute (1958) are presented. Special attention is paid to those achievements that have remained relevant at the present time. The important role in the implementation of research programs of the Institute of Fodder are shown, which was expressed in scientific and methodological guidance, as well as direct participation in the implementation of individual developments. The activity of the Institute in the training of scientific personnel, in initiating and coordinating new areas of research, that is, in solving those issues that have become particularly relevant today, was also important for the station.

Keywords: Moscow Selection Station, directions and results of research, cooperation with the All-Russian Williams Fodder Research Institute.

ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса (ныне ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса») (далее в тексте Институт), являющийся в настоящее время крупнейшим научно-методическим, исследовательским и интеллектуальным центром, отметил в 2022 г. столетний юбилей своего основания. Неоценимый вклад Института в развитие кормопроизводства не только России, но и других стран на протяжении этого периода получил всеобщее признание и отражен в многочисленных

отечественных и зарубежных публикациях.

В связи с такой знаменательной датой уместно вспомнить, что надежной опорой Института в выполнении масштабных государственных заданий служило и продолжает служить возглавляемое им объединение научных учреждений. В число таких учреждений продолжительное время (с 1958 по 2017 гг.) входила и Московская селекционная станция (рис. 1).



Рис. 1. Административное здание Московской селекционной станции

Московская селекционная станция организована в 1939 г. на базе совхоза «Узуново», расположенного в Серебряно-Прудском районе Московской области на серых лесных почвах северной части лесостепной зоны.

Обширная тематика и многочисленность изучаемых объектов при небольшом количестве научных сотрудников в послевоенное время не позволяли вести углубленные исследования и получать значительные результаты. Тем не менее, в период с 1957 по 1961 гг. были переданы в Государственную комиссию по сортоиспытанию сорта озимой ржи Тульская 1 и Узуновская 1, озимой пше-

ницы Серебряно-Прудская, овса Истринский, кукурузы Московская 3 [1].

В 1958 г. станция перешла в ведение Института. С этого времени научные исследования были сосредоточены на кормовых культурах, но охватывали широкий спектр относящихся к ним вопросов.

Была развернута селекционная и семеноводческая работа по клеверу луговому, люцерне изменчивой, вике посевной, кормовому гороху и кормовым бобам.

В тесном контакте с Институтom проводились исследования по селекции и семеноводству некоторых многолет-

них и однолетних злаковых трав (кострец безостый, фестулолиум, райграс од-

нолетний), а также яровому и озимому рапсу (рис. 2).



Рис. 2. Приемка опытов сотрудниками ВНИИ кормов.
Слева направо В.П. Ян, Н.А. Докудовская, И.А. Трофимов,
Д.М. Тебердиев, Л.В. Ян, В.Е. Михалев

Станция являлась крупным поставщиком оригинальных и элитных семян кормовой свеклы и зерновых культур (озимая пшеница, ячмень, овес). Значительное внимание уделялось исследованиям по полевому и луговому кормопроизводству, оценке и сохранению качества заготавливаемых кормов.

Направления и результаты научных исследований, производственных проверок, организация внедрения разработок и хозяйственная деятельность станции в той или иной мере нашли отражение в ежегодных научно-производственных отчетах и публикациях [2; 3; 4; 5; 6].

Результатом селекционной работы с люцерной стало создание в сотрудничестве с Институтом сорта Вега 87, который в 1988 г. был районирован в восьми регионах. В последующий период внесены в Госреестр селекционных достижений РФ еще 6 сортов люцерны, 5 из которых (Лада, Пастбищная 88, Находка,

Селена, Благодать) созданы совместно с Институтом, а один (Виталина, районирован в 2018 г.) — в сотрудничестве с Рязанским НИИСХ. Указанные сорта люцерны обладают высокой зимостойкостью, засухоустойчивостью и повышенной семенной продуктивностью, при трех–четырёхразовом скашивании за сезон обеспечивают повышенный сбор кормовой массы до 5–7 лет [7]. Благодаря таким качествам эти сорта получили широкое распространение (рис. 3). Соавтор названных сортов люцерны от станции — ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук В.Е. Михалев.

По клеверу луговому районированы два сорта: ВИК 84, созданный в сотрудничестве с Институтом (внесен в Госреестр РФ в 1991 г., соавтор от станции В.С. Гапеев) и Венец, выведенный совместно с ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (вне-

сен в Госреестр РФ в 2014 г., соавтор от станции В.Е. Михалев).

Результатом селекционной работы по гороху стало создание сорта Узунов-

ский 72, зерноукосного типа, допущенного к использованию в Северном регионе (авторы П.В. Морозов и Г.Д. Морозова).

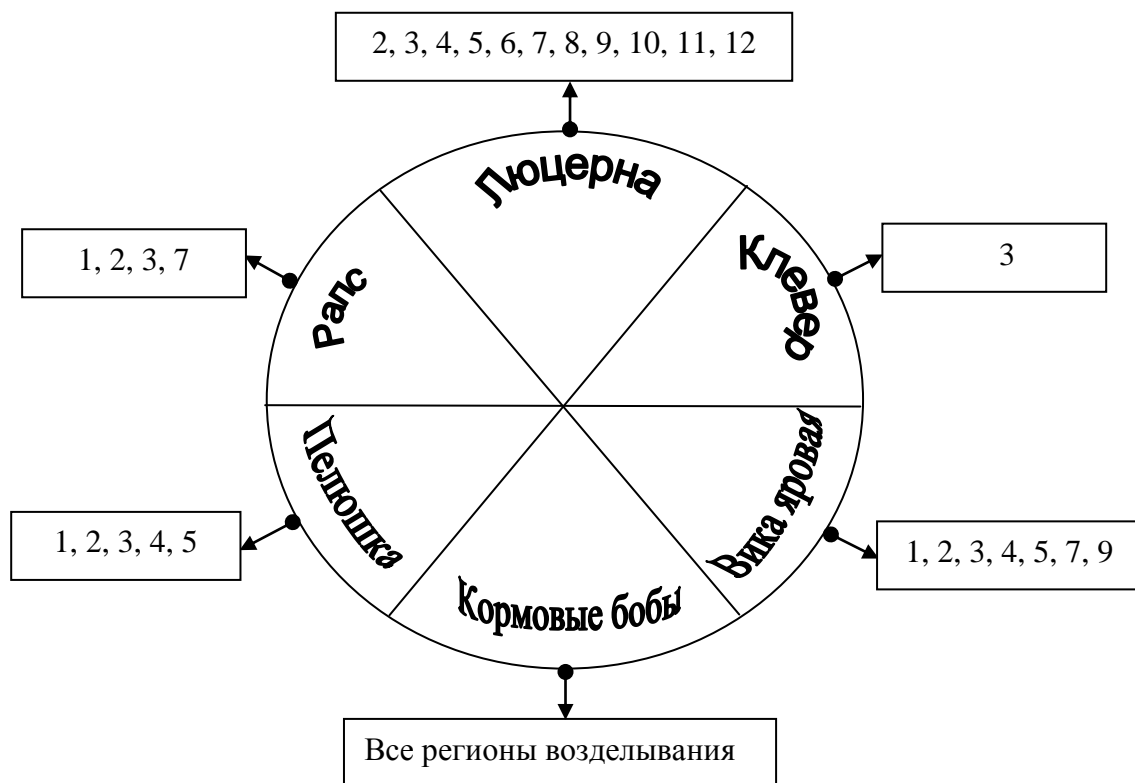


Рис. 3. Регионы районирования сортов, созданных в Московской селекционной станции

Сорта: люцерна изменчивая — Вега, Лада, Пастбищная 88, Селена, Находка, Благовест, Виталина; клевер луговой — ВИК 84; вика посевная яровая — Узуновская 83, Узуновская 91, Вера, Непоседа, Спутница, Узуновская 8, Узуновская 15; кормовые бобы — Исток, Мария, Узуновские; горох полевой (пелюшка) — Флора, Флора 2; рапс яровой — Подмосковный.

Нумерация регионов: 1 — Северный; 2 — Северо-Западный; 3 — Центральный; 4 — Волго-Вятский; 5 — Центрально-Черноземный; 6 — Северо-Кавказский; 7 — Средневолжский; 8 — Нижневолжский; 9 — Уральский; 10 — Западно-Сибирский; 11 — Восточно-Сибирский; 12 — Дальневосточный.

С 1980-х годов результативно велась селекция кормовых зернобобовых культур — вики посевной, кормовых бобов, полевого гороха (рис. 4).

Так, с 1989 по 2018 гг. внесено в Госреестр селекционных достижений 10 сортов вики посевной: Луговчанка, Луговская 83, Луговская 85, Узуновская 83, Узуновская 91, Вера, Спутница, Непосе-

да, Узуновская 8, Узуновская 15 [8]. Первые восемь сортов созданы совместно с Институтом, а в числе оригинаторов сорта Вера, кроме названных, — НИИСХ ЦРНЗ (ФИЦ «Немчиновка»).

Станция и Институт внесли немалый вклад в возрождение в стране такой ценной бобовой культуры, как кормовые бобы. Итогом совместной селекци-

онной работы с этой культурой стало создание сортов Исток, Мария, Узуновские (рис. 5). В период с 1996 по 2001 гг.

они внесены в Госреестр РФ в статусе охраняемых селекционных достижений [9].



Рис. 4. Селекционные деланки вики посевной



Рис. 5. Кормовые бобы Мария в фазу цветения

Плодотворным оказалось сотрудничество станции в сфере селекции и с НИИСХ ЦРНЗ. Так, в 2004 и 2008 гг. внесены в Госреестр РФ выведенные совместно с ним сорта полевого гороха (пелюшки) Флора и Флора 2 (рис. 6) [10]. Эти сорта гороха достаточно широко районированы и пользуются большим спросом.

В числе совместных селекционных достижений станции с Институтом — сорт ярового рапса Подмосковный. Кроме того, сотрудники станции (кандидаты сельскохозяйственных наук Л.В. Ян и Н.А. Докудовская) принимали участие также в создании сортов ярового рапса Луговской, Викрос и Грант, озимого рапса Северянин.



Рис. 6. Цветущий посев гороха полевого Флора

Важным звеном в стратегии сохранения и внедрения селекционных достижений является ускоренное размножение и первичное семеноводство перспективных и районированных сортов. Так, по люцерне в питомниках первичного семеноводства и предварительного размножения ежегодные посевные площади составляют 10–15 га, что позволяет производить от 0,5 до 1,5 т оригинальных семян. По зернобобовым культурам (вика посевная, горох полевой и кормовые бобы) производится в этих звеньях в последние годы 12–18 т кондиционных семян.

Полученные в питомниках семена служат материалом для производства на полях станции семян суперэлиты и элиты. Ежегодный объем производства семян зернобобовых культур в этих звеньях составляет 140–320 т. Семена элиты и часть неиспользуемых в хозяйстве семян суперэлиты передаются научным учреждениям и семеноводческим хозяйствам в зонах районирования сортов.

Актуальными остаются исследования, направленные на разработку и совершенствование технологических прие-

мов повышения продуктивности семенных посевов кормовых культур, реализацию научных подходов повышения эффективности полевого кормопроизводства, создание и использование долгодетных орошаемых культурных пастбищ.

Среди широко апробированных результатов исследований, направленных на обеспечение повышения продуктивности посевов, — разработка технологии возделывания люцерны на корм и семена (Е.Н. Соколова, С.А. Тришкин, Л.Н. Петров, 1969–1975 гг.). Установлена норма высева люцерны на корм — 8 кг/га, режим скашивания — 3–4 укоса в фазу бутонизации на зеленый корм и 2 укоса в начале цветения на сено и сенаж. Рекомендовано сеять на семена люцерну по полупару нормой 2–4 кг/га и чередовать использование травостоя на корм и семена с учетом того, что наивысший сбор семян обеспечивается с травостоя первого года пользования.

Для закладки семенников клевера лугового (сорт ВИК 7) определены в качестве покровных культур вико-овсяная смесь и короткостебельный ячмень, вы-

севаемый с междурядьем 30 см и нормой 3 млн/га (Е.Е. Гетко, 1970–1978 гг.). Подкашивание до 25 мая повышало сбор семян клевера со второго укоса на 76%.

Усовершенствована технология возделывания вики посевной на семена применительно к таким ее элементам, как норма и способ посева, форма, доза и способ внесения удобрений (А.М. Катков, П.В. Морозов, И.П. Шинкарев, 1957–1968 гг.). В ходе этих исследований установлено явное преимущество в зоне (северная часть лесостепи) одновидового посева вики на семена перед смешанным с овсом (рис. 7).

Последующие научно-производственные исследования показали, что вика может успешно выращиваться на семена и в двувидовом ценозе, где в качестве опорной культуры используется горчица белая.

Для оптимизации агроэкологических условий реализации потенциала созданных сортов в 1989–2004 гг. на станции разработана и апробирована технология возделывания ярового рапса, обеспечивающая получение 22–28 ц/га высококачественных семян. Эта технология внедрена в хозяйствах Московской, Тульской и Рязанской областей.



Рис. 7. Уборка одновидового семенника вики посевной прямым комбайнированием (сорт Узунская 8)

С целью повышения продуктивности кормового севооборота изучена возможность и целесообразность совмещения в нем чередования таких интенсивных культур, как кукуруза и люцерна (А.Ф. Ларин, Л.Н. Петров, 1971–1980 гг.). Установлено, что урожайность зеленой массы в таком севообороте составляет 45,0–50,0 т/га, сбор сухого вещества — 10,0–11,5 т/га, переваримого протеина — 1,0–1,1 т/га. Выход кормовых единиц на

20% выше, чем в севообороте с традиционными кормовыми культурами. Доказана также высокая агротехническая и экологическая роль такого севооборота, что выражается накоплением до 200 кг на 1 га симбиотического азота и снижением засоренности полей. По результатам этих исследований на станции (на 250 га) и в других хозяйствах внедрен следующий севооборот: 1–2) кукуруза, 3) кукуруза + люцерна, 4–6) люцерна.

Ориентируясь на развитие эколого-биологического направления в земледелии, изучали возможность увеличения в севооборотах доли зернобобовых культур на примере гороха и кормовых бобов (Н.Т. Шиловская). Эти опыты показали возможность насыщения севооборота указанными культурами (горох, бобы) до 33% при включении в него также по одному полю клевера лугового, рапса, озимой пшеницы и ячменя (последний в качестве покровной культуры) [11].

В течение продолжительного времени (1964–1990 гг.) проводились научные и производственные исследования по определению основных приемов создания и использования долгодетных орошаемых культурных пастбищ (Г.С. Полубень, А.М. Кан, А.М. Катков). Установлено, что научно обоснованный подбор разнопоспевающих травостоев обеспечивает продуктивность 6–8 тыс. кормовых единиц с 1 га, повышает поедаемость корма и на 10–15 дней удлиняет пастбищный период.

Совместно с Институтом разработаны и реализованы в опытах научные принципы организации зеленого и сырьевого конвейеров из многоукосных луговых травостоев (Н.Т. Шиловская, 1984–1991 гг.). Сочетание разных по скороспелости травосмесей из многолетних трав и однолетних культур, оптимальные схемы внесения минеральных удобрений и орошения позволяют получать 8–10 тыс. корм. ед. с 1 га, продлить бесперебойное поступление зеленой массы на 17–22, сырьевой — на 19–27 дней и заготавливать сено и сенаж первого и второго классов.

Специально для хозяйств с недостатком пастбищных площадей проводился

научно-производственный опыт по сравнительной оценке стойлового и пастбищного содержания коров (Е.А. Кусакина). Многолетними исследованиями установлено, что использование кормов полевых культур в системе зеленого конвейера путем скашивания и скармливания в кормушках при стойловом содержании, как и пастбищное содержание, могут применяться в сельскохозяйственном производстве без снижения продуктивности, качества молока и состояния здоровья животных.

Приведенные результаты основных научных и производственных опытов на станции, несомненно, сохранили значимость в современных условиях, хотя и требуют конкретизации применительно к новым технологиям и селекционно-семеноводческим достижениям.

Резюмируя изложенное, следует сказать, что научно-производственные достижения станции — это плод совместных усилий станции и Института. Научно-методическое руководство, выразившееся в определении или корректировке направлений и программ исследований, приемке опытов, заслушивании отчетов, содействии в подготовке публикаций, а также непосредственное участие в комплексных разработках сыграли неоценимую роль в реализации доведенных до станции научно-производственных заданий.

Нельзя не сказать отдельно о роли Института в подготовке научных кадров России, представители которых продолжают занимать ведущие позиции в разных отраслях кормопроизводства. Возрождение этой миссии Института в наши дни приобрело особую актуальность.

Литература

1. Катков А.М. Основные итоги работы Московской селекционной станции // Сборник научных трудов по кормопроизводству ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса. – М., 1968. – С. 3–6.
2. Ян В.П. Основные результаты исследований Московской селекционной станции // Пути повышения продуктивности кормовых культур на серых лесных почвах Центральные районов Нечерноземной зоны : сб. науч. тр. ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, вып. 43. – М., 1990. – С. 3–7.
3. Ян В.П. Московская селекционная станция: достижения и перспективы // Кормопроизводство. – 1999. – № 5. – С. 16–19.
4. Ян В.П., Ян Л.В. Роль Московской селекционной станции в решении актуальных задач кормопроизводства // Кормопроизводство. – 2004. – № 7. – С. 19–25.
5. Ян В.П., Ившин Г.И. Московская селекционная станция: исторические вехи научно-производственной деятельности // Кормопроизводство. – 2010. – № 3. – С. 3–8.
6. Московская селекционная станция на службе Российской науке и практике / С.Н. Ершов, Г.И. Ившин, В.Е. Михалев, Л.В. Ян, Н.А. Докудовская // Кормопроизводство. – 2014. – № 7. – С. 29–32.
7. Михалев В.Е. Новые сорта люцерны — новые возможности // Современные проблемы луговодства, селекции и семеноводства кормовых культур. – Москва–Воронеж : Изд-во им. Е.А. Болховитинова, 2002. – С. 100–104.
8. Ившин Г.И. Приоритеты и основные результаты в селекции вики яровой // Кормопроизводство. – 1999. – № 5. – С. 20–22.
9. Ившин Г.И. Новые сорта кормовых бобов как итог экологической селекции // Селекция и семеноводство. – 1999. – № 1. – С. 27–29.
10. Ившин Г.И. Задачи и результаты селекции однолетних бобовых культур // Современные проблемы луговодства, селекции и семеноводства кормовых культур. – Москва–Воронеж : Изд-во им. Е.А. Болховитинова, 2002. – С. 110–114.
11. Эффективность насыщения полевых севооборотов зернобобовыми культурами на серых лесных почвах Нечерноземной зоны / Г.Д. Харьков, В.П. Ян, Л.В. Ян, Н.Т. Шиловская // Кормопроизводство: проблемы и пути решения. – Москва–Лобня, 2007. – С. 137–145.

References

1. Katkov A.M. Osnovnye itogi raboty Moskovskoy selektsionnoy stantsii [The basic results of work of the Moscow Selection Station] *Sbornik nauchnykh trudov po kormoproizvodstvu VNII kormov im. V.R. Vilyamsa* [The collection of scientific papers of All-Russian Williams Fodder Research Institute]. Moscow, 1968, pp. 3–6.
2. Yan V.P. Osnovnye rezultaty issledovaniy Moskovskoy selektsionnoy stantsii [The basic results of researches of the Moscow Selection Station]. *Puti povysheniya produktivnosti kormovykh kultur na serykh lesnykh pochvakh Tsentralnykh rayonov Nechernozemnoy zony* [Ways to increase the productivity of forage crops on gray forest soils of the Central regions of the Non-Chernozem zone: Collection of scientific papers. Issue 43]. Moscow, 1990, pp. 3–7.
3. Yan V.P. Moskovskaya selektsionnaya stantsiya: dostizheniya i perspektivy [Moscow Selection Station: achievements and prospects]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], 1999, no. 5, pp. 16–19.
4. Yan V.P., Yan L.V. Rol Moskovskoy selektsionnoy stantsii v reshenii aktualnykh zadach kormoproizvodstva [The role of the Moscow Breeding Station in solving urgent problems of feed production]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], 2004, no. 7, pp. 19–25.
5. Yan V.P., Ivshin G.I. Moskovskaya selektsionnaya stantsiya: istoricheskie vekhi nauchno-proizvodstvennoy deyatel'nosti [Moscow Breeding Station: historical milestones of scientific and industrial activity]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], 2010, no. 3, pp. 3–8.

6. Ershov S.N., Ivshin G.I., Mikhalev V.E., Yan L.V., Dokudovskaya N.A. Moskovskaya selektsionnaya stantsiya na sluzhbe Rossiyskoy nauke i praktike [Moscow Breeding Station in the service of Russian science and practice]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], 2014, no. 7, pp. 29–32.
7. Mikhalev V.E. Novye sorta lyutserny — novye vozmozhnosti [New varieties of alfalfa (*Medicago sativa*) — new opportunities]. *Sovremennye problemy lugovodstva, selektsii i semenovodstva kormovykh kultur* [Modern problems of meadow farming, breeding and seed production of fodder crops]. Moscow–Voronezh, 2002, pp. 100–104.
8. Ivshin G.I. Prioritety i osnovnye rezultaty v selektsii viki yarovoy [Priorities and main results in the selection of the spring common vetch (*Vicia sativa*)]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], 1999, no. 5, pp. 20–22.
9. Ivshin G.I. Novye sorta kormovykh bobov kak itog ekologicheskoy selektsii [New varieties of fodder beans as a result of ecological breeding]. *Selektsiya i semenovodstvo* [Breeding and seed production], 1999, no. 1, pp. 27–29.
10. Ivshin G.I. Zadachi i rezultaty selektsii odnoletnikh bobovykh kultur [Tasks and results of breeding annual legumes]. *Sovremennye problemy lugovodstva, selektsii i semenovodstva kormovykh kultur* [Modern problems of meadow farming, breeding and seed production of fodder crops]. Moscow–Voronezh, 2002, pp. 110–114.
11. Kharkov G.D., Yan V.P., Yan L.V., Shilovskaya N.T. Effektivnost nasyshcheniya polevykh sevooborotov zernobobovymi kulturami na serykh lesnykh pochvakh Nechernozemnoy zony [Efficiency of saturation of field crop rotations with leguminous crops on gray forest soils of the Non-Chernozem zone]. *Kormoproizvodstvo: problemy i puti resheniya* [Fodder production: problems and solutions]. Moscow–Lobnya, 2007, pp. 137–145.

УДК 631.6

DOI: <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2023-1-60-73>

**ОРОШАЕМОЕ ЛУГОВОДСТВО И ЛИЗИМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
В ФЕДЕРАЛЬНОМ НАУЧНОМ ЦЕНТРЕ КОРМОПРОИЗВОДСТВА
И АГРОЭКОЛОГИИ ИМЕНИ В.Р. ВИЛЬЯМСА
(К 85-летию Б.И. Короткова)**

Н.Н. Гречишников, кандидат сельскохозяйственных наук

В.А. Родионов, кандидат сельскохозяйственных наук

И.А. Трофимов, доктор географических наук

ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»

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

**IRRIGATED MEADOW FARMING AND LYSIMETRIC STUDIES
AT THE FEDERAL WILLIAMS RESEARCH CENTER
OF FORAGE PRODUCTION AND AGROECOLOGY
(To the 85th anniversary of B.I. Korotkov)**

N.N. Grechishnikov, Candidate of Agricultural Sciences

V.A. Rodionov, Candidate of Agricultural Sciences

I.A. Trofimov, Doctor of Geographical Sciences

Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology

*141055, Russia, Moscow region, Lobnya, Nauchnyi gorodok str., k. 1
viklizimetr@mail.ru*

Сельскохозяйственная мелиорация имеет огромное значение в создании и жизни травяных экосистем. Еще В.Р. Вильямс в своей книге «Луговоеводство» (1901) писал о необходимости мелиорации лугов путем осушения и орошения, что является необходимым условием получения высоких и устойчивых урожаев. В 1969 г. во ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса была принята в эксплуатацию оросительная система на площади 85 га, а в 1970 г. — осушительная система (закрытый дренаж) на площади 25 га. После организации в 1970 г. проблемной лаборатории орошаемого лугового хозяйства старший научный сотрудник, а позже заведующий лабораторией Б.И. Коротков проводил здесь исследования по изучению режимов орошения сенокосов и пастбищ. Б.И. Коротков родился 20 февраля 1938 г. в деревне Мордвины, Ковровского района, Владимирской области. После окончания школы в 1955–1960 гг. он обучался в Тимирязевской сельскохозяйственной академии по специальности «ученый агроном» и 5 лет работал агрономом-луговодом Владимирского треста Мелиоводстрой. В 1965–1968 гг. Б.И. Коротков поступил и успешно окончил аспирантуру ТСХА, защитил кандидатскую диссертацию по теме «Опыт использования орошаемых дождеванием культурных пастбищ в Нечерноземной зоне». Вместе со своим учителем, известным ученым Н.Г. Андреевым, Б.И. Коротков развивал тему орошения пастбищ и сенокосов Нечерноземья, в том числе и в сочетании с другими приемами интенсификации кормовых угодий, разрабатывал критерии предполивной влажности почвы, определял мощность слоя активного водообмена, поливные и оросительные нормы. Итогом их совместной научной деятельности стала книга «Оро-

шаемые и культурные пастбища» (1979 г.), в которой обобщены опыт и достижения науки в нашей стране и за рубежом. Б.И. Коротков внес существенный вклад в развитие науки и практики орошаемого луговодства. Он автор более 100 научных работ.

Ключевые слова: кормопроизводство, луговодство, сельскохозяйственная мелиорация, орошение.

Agricultural land reclamation is of great importance in the creation and life of grass ecosystems. Even V.R. Williams in his book "Meadow Farming" (1901) wrote about the need for reclamation of meadows by drainage and irrigation, which is a necessary condition for obtaining high and stable yields. In 1969, an irrigation system on an area of 85 hectares was put into operation at the V.R. Williams Forage Research Institute, and in 1970 — a drainage system (closed drainage) on an area of 25 hectares. After the organization of the problem laboratory of "Irrigated Meadow Farming" in 1970, senior researcher and later the head of the laboratory B.I. Korotkov conducted research here on the study of irrigation regimes of hayfields and pastures. He was born on February 20, 1938 in the village of Mordviny, Kovrovsky district, Vladimir region. After graduating from school, he studied in 1955–1960 at the Timiryazev Agricultural Academy (TAA) with a degree in "Scientist agronomist" and worked for 5 years as an agronomist-meadow farmer of the Vladimir Meliovodstroy Trust. In 1965–1968, B.I. Korotkov entered and successfully graduated from the graduate school of the TAA, defended his PhD thesis on the topic "The experience of using irrigated by sprinkling cultural pastures in the Non-Chernozem zone". Together with his teacher, the famous scientist N.G. Andreev, B.I. Korotkov developed the topic of irrigation of pastures and hayfields of the Non-Chernozem region, including in combination with other methods of intensification of forage lands, developed criteria for pre-irrigation soil moisture, determined the capacity of the active water exchange layer, irrigation and irrigation norms. The result of their joint scientific activity was the book "Irrigated and cultural pastures" (1979), which summarizes the experience and achievements of science in our country and abroad. B.I. Korotkov made a significant contribution to the development of science and practice of irrigated meadow farming. He is the author of more than 100 scientific papers.

Keywords: forage production, meadow farming, agricultural land reclamation, irrigation.



БОРИС ИВАНОВИЧ КОРОТКОВ
(20.02.1938 — 02.02.1997)

кандидат сельскохозяйственных наук,
заведующий лабораторией
орошаемого луговодства
и лизиметрических исследований
в 1973–1997 гг.

В жизни луговых экосистем вода имеет огромное значение. Высокие и устойчивые урожаи луговых травостоев создаются лишь при бесперебойном снабжении луговых растений водой в течение вегетационного сезона, что возможно во многих случаях только при орошении. Обеспечение растений водой определяет состав, структуру и продуктивность пастбищ и сенокосов.

Еще В.Р. Вильямс в своей книге «Луговодство» (1901) писал о необходимости мелиорации лугов путем осушения и орошения [1].

К основным источникам воды на лугах относятся атмосферные осадки, почвенно-грунтовые, поверхностные и пойменные воды. Вода влияет на растения,

микроорганизмы и другие биологические компоненты экосистем. Она воздействует непосредственно и косвенно, через изменение пищевого, теплового режимов и аэрации почвы.

Основная масса воды, поглощаемой растениями, идет на транспирацию. Она необходима для осуществления фотосинтеза и определяет водно-воздушный режим почв луговых экосистем. При сомкнутых травостоях, что характерно для лугов, на транспирацию затрачивается значительно большее количество воды, чем на испарение с поверхности почвы. Транспирация — важный фактор, регулирующий влажность приземного слоя воздуха, оказывающий влияние на многие консорты луговых трав, в том числе на организмы филлосферы, на паразитные грибы и др. [2; 3; 4].

Биологические основы потребности луговых (мезофитных) видов в орошении обосновал С.П. Смелов [5], изучая динамику побегообразования злаков. В его исследованиях было экспериментально доказано, что летняя депрессия кущения обусловлена недостаточной обеспеченностью растений влагой и элементами питания. При содержании влаги в верхнем слое почвы менее чем двойная максимальная гигроскопичность резко снижается кущение злаков — лихихоста лугового, ежи сборной, райграса пастбищного, тимофеевки луговой.

Признавая важную роль мелиорации при освоении земель, расположенных на почвах лесной зоны, имеющих признаки оглеения (заболачивания), по инициативе ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса (директор М.П. Елсуков) в 1957 г. Росгипроводхозом (Москва) было проведено почвенно-гидрологическое изыскание, составлена почвенно-мелиоративная кар-

та и проектное задание по осушению земель.

В 1966 г. проектное задание было расширено, наряду с осушением, в него добавлена организация орошения; задание утверждено директором ВНИИ кормов имени В.Р. Вильямса М.А. Смурыгиным.

В 1969 г. была принята в эксплуатацию оросительная система на площади 85 га (директор ЦЭБ С.И. Сычев), в 1970 г. — осушительная система (закрытый дренаж) на площади 25 га (директор ВНИИ кормов М.А. Смурыгин, директор ЦЭБ С.И. Сычев) [6].

После организации в 1970 г. проблемной лаборатории орошаемого луговодства (руководитель кандидат сельскохозяйственных наук В.Г. Игловиков, старший научный сотрудник Б.И. Коротков) были начаты исследования по изучению режимов орошения сенокосов и пастбищ.

Б.И. Коротковым [7; 8] разработаны критерии предполивной влажности почвы, определена мощность слоя активного водообмена (зона аэрации), поливные и оросительные нормы.

На больших площадях рекомендовано начинать полив при запасе влаги 80% от наименьшей влагоемкости (НВ) почвы, чтобы не допустить снижения его в конце поливного цикла менее 60% НВ, что соответствует разрыву капилляров, после чего запас влаги в почве становится труднодоступным. Необходимая глубина промачивания почвы во многом определяется составом травостоя: для злаковых травостоев — 0,3–0,5 м, для травостоя с клевером ползучим — 0,2–0,3 м, при участии люцерны — 0,3–0,4 м [9].

С учетом этих основополагающих

критериев поливные нормы в начале дождения составляют для разных травостоев 150–350 м³ на 1 га, в конце поливного цикла увеличиваются до 300–550 м³. На основе экспериментальных данных оросительные нормы могут варьировать от 1000 до 2000 м³/га, в остро засушливый год (при 5% водообеспеченности) увеличиваются до 3000–4000 м³/га. Продуктивность злакового пастбища (ежа, овсяница, тимopheевка) при орошении зависит также от доз азотного удобрения: на фоне N₁₈₀P₆₀K₁₂₀ получено 83 ц/га СВ, на N₂₄₀P₆₀K₁₂₀ — 97 ц/га СВ; прибавка на 1 мм поливной воды — 9,1–9,4 кг СВ [10].

Установлено, что благодаря улучшению азотного питания злаковых трав вода расходуется экономнее. Коэффициент водопотребления на фоне возрастающих доз азота (180–240–360 кг/га д.в.) снижался с 550 до 470 и 440 м³ в расчете на 1 т СВ. Кроме того, для аллювиальных почв на пойменных пастбищах суммарное водопотребление злаковым травостоем (кострец + полевица гигантская) зависит от глубины грунтовых вод: при УГВ 1,5 м суммарное водопотребление составило 520 мм, при УГВ 2,0 м — 550 мм.

Усовершенствован физиологический метод диагностики потребности трав в воде на основе концентрации клеточного сока [11].

Например, концентрация клеточного сока ежи сборной 9% соответствует нижней границе влагообеспеченности, при 5% концентрации (что соответствует 70% НВ почвы) следует проводить полив. На основе испарения, дефицита влажности воздуха и биологических особенностей растений, которые отражаются в коэффициенте, предложен ме-

тод определения размеров орошения в динамике — по периодам пользования травостоем (по месяцам).

Под руководством Б.И. Короткова проведены исследования по оценке продуктивности пастбищ и сенокосов при орошении дождеванием злаковых травостоев на нормальном суходоле [12; 13], на осушаемых землях [14; 15], достигающей 8–10 тыс. корм. ед. с 1 га на фоне N₂₄₀P₉₀K₁₂₀ в Нечерноземной зоне.

По данным Н.Н. Гречишникова [16; 17], при перезалужении культурных пастбищ, созданных на почвах средней окультуренности, в условиях двустороннего регулирования водного режима и высоком уровне питания норму высева злаковой травосмеси следует снижать в 2 раза от рекомендуемой.

При пониженных нормах высева на осушаемых дерново-подзолистых почвах Московской области при уменьшении нормы высева ежово-овсяничево-мятликовой травосмеси в 2 и 4 раза полевая всхожесть возросла почти вдвое (с 22 до 40%); в изреженном травостое (при пониженных нормах высева) происходит более активно кущение, растения сеяных видов лучше развивались, высота их побегов была на 3–11 см, а масса 100 побегов — на 20–40 г больше, чем в загущенном. Плотность побегов сеяных видов выравнилась на второй год жизни и составила 4,0–4,2 тыс. шт./м². Урожайность не снижалась даже в первый год пользования [18].

Подобные закономерности были выявлены в исследованиях, проведенных в Калининской области на дерново-подзолистой супесчаной почве со злаковыми и бобово-злаковыми травосмесями [19], а также в условиях двустороннего регулирования водного режима, внесе-

ния полного минерального удобрения ($N_{240}P_{45}K_{120}$) на дерново-подзолистой почве со средней обеспеченностью фосфором и низкой — калием.

Установлено, что применяемые нормы высева злаковых травосмесей в составе: ежа сборная + овсяница луговая + тимофеевка луговая, двухкосточник тростниковый + овсяница луговая + тимофеевка луговая, овсяница тростниковая + овсяница луговая + тимофеевка луговая, могут быть сокращены вдвое, что объясняется высокой побегообразовательной способностью высеваемых злаковых трав [20].

Много внимания Б.И. Коротков уделил исследованиям по применению на сенокосах и пастбищах бесподстильного навоза в качестве удобрения.

Изучая вопросы применения различных фракций бесподстильного навоза, Б.И. Коротков особое внимание уделял, наряду с урожайностью, качеству корма и недопущению загрязнения окружающей среды.

Было установлено, что при соблюдении оптимальных сроков и доз внесения бесподстильного навоза, получаемый корм в целом соответствует зоотехническим нормам кормления животных. При соблюдении продолжительности периода выжидания после поверхностного внесения бесподстильного навоза на сенокосах и пастбищах (не менее 20 дней) отмечается нормальная санитарно-гельминтологическая обстановка, содержание питательных веществ в кормах соответствует потребности животных, отсутствует нитратное загрязнение корма.

Вместе с этим научно подтверждено, что при соблюдении рекомендуемых доз и сроков внесения бесподстильного на-

воза с учетом типа почвы и травостоя обеспечивается не только сохранение плодородия почвы, но и отсутствие загрязнения почвы и водоприемников [15; 21; 22; 23].

Под руководством Б.И. Короткова изучались такие актуальные вопросы, как ликвидация дефицита азота за счет его биологического источника путем формирования бобово-злаковых травостоев и улучшения малопродуктивных и малоценных в кормовом отношении злаково-разнотравных травостоев с помощью обогащения бобовыми компонентами — путем полосного подсева бобовых и бобово-злаковых трав в обработанную дернину травостоя.

Установлено, что полосный подсев бобовых и бобово-злаковых трав, как способ поверхностного улучшения малопродуктивных и малоценных в кормовом отношении травостоев, способствует значительному улучшению видового состава травостоя, качества корма, продуктивности пастбищ и сенокосов.

Образующийся в результате азотфиксации биологический азот по действию на урожай и качество корма равноценен 100–200 кг и более минерального азота, при этом сохраняется объем сбора полноценного белка [24; 25].

В 1971–1983 гг. впервые в стране проведены научные исследования по оценке эффективности подпочвенного орошения пастбищ [26].

На дерново-подзолистой почве с низкой водопроницаемостью на глубине 55 см от поверхности заложены гончарные трубки-увлажнители (диаметр 5 см, длина 33 см, расстояние 1,25 м между ними). При поливе вода поступает в распределительный трубопровод, из него в коллектор, оборудованный автоматиче-

ским регулятором для сброса воды. Поэтому такая система выполняет две функции — орошения и осушения (при избыточном увлажнении).

Урожайность злакового травостоя (ежа, овсяница, тимофеевка, полевица) при подкормке в дозах $N_{240}PK$ на фоне подпочвенного орошения составила 108 ц/га СВ в среднем за 4 года, что было выше на 15%, чем при дождевании; продуктивность 1 га составила 10,4 и 9,7 тыс. корм. ед., 18,9 и 16,7 ц сырого протеина. В среднезасушливые годы требуется проводить 4–5 поливов оросительной нормой 1500–1800 м³/га, в остро-засушливые годы — 7 поливов нормой 2500–2700 м³/га.

При изучении орошения Б.И. Коротков много внимания уделял выявлению особенностей различных марок дождевателей, а также оросительной техники для полива культурных пастбищ (ДДА-100М; «Фрегат»), среднеструйным установкам, осуществляющим позиционное дождевание (УДС-25; КИ-50; «Радуга»; «Волжанка») и дальнеструйным (ДДН-45; ДДН-70).

Организация стационарной системы орошения на пастбище позволила изучить импульсное дождевание — подачу воды малыми порциями (импульсами) через 15–20 секунд в течение трех–четырех часов в жаркий период [27]. Особенностью импульсного дождевания является изменение микроклимата травостоя: снижение температуры воздуха на 2–4 °С, повышение относительной влажности на 12–20%.

Прибавка урожайности злакового травостоя (на фоне $N_{240}PK$) при импульсном дождевании на единицу поливной воды в 3,5 раза выше по сравнению с дождеванием. Как показали четырехлетние

наблюдения, при импульсном дождевании запас влаги в слое 0–50 см поддерживался на уровне 60–90% НВ. При этом способе орошения в эвапотранспирацию вовлекаются влагозапасы почвы в большем количестве, чем при обычном дождевании. Такой осушающий эффект оказывает положительное влияние на травы в условиях Нечерноземной зоны, где чередуются периоды с недостаточным и избыточным естественным увлажнением.

В связи с применением повышенных доз минеральных удобрений на орошаемых пастбищах и многоукосных травостоях актуальное значение имеет снижение потерь биогенных элементов с инфильтрационным стоком воды [28; 29; 30].

В 1981–1985 гг. определены размеры вымывания питательных элементов в лизиметрах и полевых опытах (метод воронок). Лизиметрические исследования проводили на монолитах с ненарушенной структурой дерново-подзолистой средне-суглинистой и супесчаной почв на посевах злаковой травосмеси (ежа, овсяница, тимофеевка) при внесении $N_{240}P_{90}K_{180}$.

В зависимости от состава почв результаты были различными. На суглинистой почве под влиянием орошения объем фильтрации воды увеличился на 35% (с 266 до 359 л/м²) в среднем за 5 лет, потери азота почти не изменились (15,3–14,9 кг/га), однако вымывание кальция увеличилось на 71% (с 134,8 до 230,9 кг/га) и магния на 50% (с 62,5 до 93,5 кг/га). На супесчаной почве фильтрация воды при орошении увеличилась на 34% (с 208 до 278 л/м²), потери азота — на 27% (с 10,1 до 12,8 кг/га), калия — в 11 раз (с 2,2 до 24,3 кг/га K_2O), кальция — на 98% (с 113,3 до 224,3 кг/га), магния — на 12% (с 34,5 до

38,6 кг/га). На суглинистой почве вымывание калия практически не происходило, наиболее сильным было вымывание кальция, что обуславливает необходимость периодического известкования.

В полевом опыте при внесении $N_{240}P_{90}K_{120}$ на разных по составу травостоях (одновидовые посевы ежи, овсяницы и тимopheевки, а также их смесь) наиболее урожайной в среднем за 5 лет была травосмесь — 116 ц/га, соответственно на одновидовых посевах получено 112, 106 и 97 ц/га СВ [31].

Наибольшие потери N, Ca и Mg установлены под травостоем тимopheевки вследствие более низкой урожайности. В течение всех наблюдений содержание нитратного азота в инфильтрационном стоке в 3–6 раз превышало предельно допустимую концентрацию. Средние потери азота за 5 лет из слоя 0–35 см составили 97 кг/га и из слоя 0–70 см — 37 кг/га, в т.ч. соответственно нитратов 71,6 и 23,9 кг/га; потери P_2O_5 — 2,5 и 1,8 кг/га; K_2O — 12,2 и 16,8 кг/га; Ca — 399,8 и 324,8 кг/га; Mg — 147,3 и 111,7 кг/га.

Под трехчленной травосмесью потери из слоя 0–70 см за счет вымывания снизились: азота на 54% (до 11,1 кг/га), P_2O_5 на 61% (до 0,7 кг/га), K_2O на 6% (15,8 кг/га), Ca на 31% (до 223,4 кг/га) и Mg на 31% (до 73,7 кг/га). Следовательно, травосмесь с преобладанием ежи сборной способствует снижению потерь элементов питания и одновременно решению экологической задачи, поставленной в Государственной программе «Чистая вода».

Научные разработки по созданию сенокосов и пастбищ на основе мелиорации природных кормовых угодий вошли в «Практическое руководство по техно-

логиям улучшения и использования сенокосов и пастбищ в лесной зоне» [32], в лесостепной и степной зонах [33]. Основные положения реализовались в практике хозяйств.

Б.И. Коротков проводил активную деятельность по подготовке научных кадров. Совместно со своими учениками, аспирантами, соискателями им внесен значительный вклад в разработку научных основ создания и использования высокопродуктивных орошаемых сенокосов и пастбищ в Нечерноземной зоне.

Научные труды Бориса Ивановича охватывают широкий круг теоретических, методических и практических вопросов научного обеспечения кормопроизводства как многофункциональной отрасли АПК, определяющей развитие животноводства, воспроизводство почвенного плодородия и охрану окружающей среды.

Он обогатил науку оригинальными разработками и методами, позволяющими повысить продуктивность пастбищ и сенокосов до 10 тыс. корм. ед. и более, при этом обеспечивается высокое качество корма, существенная экономия ресурсов, сохранение почвенного плодородия и минимизация вымывания питательных веществ в грунтовые воды.

Результаты научной работы отражены более чем в 100 научных трудах.

Борис Иванович Коротков родился 20 февраля 1938 г. в деревне Мордвины Ковровского района Владимирской области.

После окончания в 1949 г. начальной школы перешел в Краснооктябрьскую среднюю школу, после ее окончания в 1955 г. поступил в Тимирязевскую сельскохозяйственную академию (ТСХА).

В 1960 г. окончил академию, получив специальность «Ученый агроном». Сразу после окончания академии почти пять лет Борис Иванович отработал агрономом-луговодом Владимирского треста Мелиоводстрой.

За время учебы в ТСХА он уже проявлял способности хорошо анализировать, стремление к новым знаниям, трудолюбие, желание и активность в работе студенческого научного общества. Этого не мог не заметить тогда уже известный всей стране ученый Н.Г. Андреев. Он и предложил Борису Ивановичу поступить в аспирантуру. Не раздумывая, Борис Коротков начал готовиться, а затем в 1965 г. успешно поступил и окончил аспирантуру в апреле 1968 г., защитил кандидатскую диссертацию по теме «Опыт использования орошаемых дождеванием культурных пастбищ в Нечерноземной зоне».

Он достойно вместе со своим учителем Н.Г. Андреевым научно развивал тему орошения пастбищ и сенокосов Нечерноземья, как в отдельности, так и в сочетании с другими приемами интенсификации кормовых угодий (уровни питания, режимы использования, сортовые и видовые особенности и др.).

Итогом их совместной научной деятельности стала подготовка и издание книги «Орошаемые и культурные пастбища», в работе над которой приняли участие и другие ученики Н.Г. Андреева: Г.Е. Мерзлая и Р.А. Афанасьев [34]. В книге обобщены опыт и достижения в организации и использовании культурных пастбищ, как в нашей стране, так и за рубежом. Книга в нескольких изданиях популярно рассказывает об эффективном применении орошения, как чистой водой, так и сточными водами, на

травостоях, о вопросах ухода и использования их, о приемах коренного залужения и поверхностного улучшения орошаемых пастбищ, способах и режимах орошения, системе удобрения, приемах рационального выпаса и других вопросах.

Все эти вопросы впоследствии стали предметом научной деятельности Б.И. Короткова, чем, вместе с развитием лизиметрических исследований, он эффективно занимался.

В июне 1969 г. Борис Иванович поступил на работу во ВНИИ кормов имени В.Р. Вильямса на должность старшего научного сотрудника отдела сенокосов и пастбищ по группе орошаемых пастбищ, а в июне 1970 г. в Институте была образована проблемная лаборатория орошаемого луговодства, где он трудился сначала сотрудником, затем с 1 марта 1973 г. заместителем заведующего этой лабораторией. С 15.12.1973 г. он исполнял обязанности заведующего лабораторией орошаемого луговодства. Впоследствии название лаборатории корректировалось, и она стала именоваться лабораторией орошаемого луговодства и лизиметрических исследований.

Это было связано с тем, что в 1971 г. в Институте появилась лизиметрическая станция, основным вдохновителем создания которой стал Борис Иванович Коротков. Под руководством и при непосредственном участии М.А. Смурыгина, В.Г. Игловикова лизиметрическая станция в сравнительно небольшие сроки была выведена на полномасштабное функционирование и стала одной из значимых и популярных в стране и за рубежом. С начала создания и до 1997 г. она последовательно развивалась, ее возглавлял кандидат сельскохозяйственных

наук Б.И. Коротков — видный ученый и активный практик по созданию и использованию орошаемых культурных пастбищ.

Научными лизиметрическими исследованиями Б.И. Короткова установлено, что для изучения суммарного водопотребления кормовых культур, когда в течение вегетационного периода уровень грунтовых вод не опускался ниже 1,5–2,0 м, наиболее точным и информативным является использование лизиметров-монолитов, позволяющих установить водный баланс.

С помощью лизиметров-испарителей многолетними исследованиями была изучена эвапотранспирация различных пастбищных и сенокосных травостоев, структура их формирования за отдельные периоды использования в условиях орошения [35].

Результаты его исследований подтвердили преимущества биоклиматического метода при расчете водопотребления и режима орошения сельскохозяйственных культур. Он учитывает энергетические, водные и биологические составляющие испарения в системе «почва – растение – атмосфера».

Экспериментальная оценка биоклиматического метода показала, что по сравнению со стандартом (по влажности почвы) достигается экономия поливной воды и числа поливов на 30–44%, а сумма потерь от вымывания N, P, K, Ca, Mg сокращается на 14–71%.

Им был создан прибор «Имитатор сроков и норм полива», с помощью которого в полевых условиях можно определить дефицит водопотребления растений, т.е. срок и норму полива без отбора и высушивания проб данной почвы на влажность (изобретение внедрено в

1982 г.). Устройство предназначено для соблюдения режимов орошения сельскохозяйственных культур, для которых известны биоклиматические коэффициенты испарения по периодам (фазам) развития. Конструкция имитатора сроков и норм полива (ИПС) такова, что учитывает и испарение, и атмосферные осадки.

Известно, что азотное удобрение является определяющим фактором урожайности и качества корма на культурных пастбищах со злаковым травостоем.

С целью увеличения эффективности азотного удобрения путем повышения точности и оперативности определения нормы подкормки злаковых растений в процессе их вегетации Б.И. Коротковым с коллегами был разработан способ азотной диагностики пастбищных травостоев — по водопотреблению. Установлено, что потребление азота тесно связано с водопотреблением растений, обеспеченностью их влагой. При этом оптимальное водопотребление возможно лишь при достаточном (оптимальном) азотном питании растений.

Оба эти процесса — водо- и азотопотребление — обусловлены метеорологическими факторами. В прохладный вегетационный период водо- и азотопотребление ниже, и наоборот, когда теплее и суше — водо- и азотопотребление выше, особенно в условиях орошения. Созданный прибор «Имитатор-определитель азотной подкормки орошаемых пастбищ» позволяет контролировать ход азотопотребления в конкретных условиях и рассчитывать необходимость дополнительной подкормки азотным удобрением для травостоя.

Благодаря дифференцированному подходу к нормам азотной подкормки с

учетом водопотребления можно добиться значительной экономии удобрений.

Использование данного изобретения позволяет повысить оперативность выявления необходимости и нормы подкормки, исключает нежелательное накопление нитратов в корме.

В 1991 г. в Российской Федерации площадь орошаемых сенокосов и пастбищ составляла 419 тыс. га. В настоящее время эти площади нуждаются в реконструкции и восстановлении мелиоративной сети, обеспечении дождевальной техникой. Использование орошаемых лугов для производства зеленых кормов имеет актуальное значение с целью

обеспечения производства молока для населения городов.

В настоящее время актуальное значение приобретает и задача совершенствования технологий создания высокопродуктивных пастбищ и сенокосов на мелиорированных землях на основе новых сортов трав, новых технических средств дождевания, импульсного орошения, двойного регулирования водного режима этих угодий, оперативной экономической оценки разработок с учетом динамики цен на техногенные и антропогенные ресурсы, поиска путей снижения затрат и повышения эффективности мелиорации в луговодстве разных зон страны.

Литература

1. Вильямс В.Р. Луговодство. Курс лекций для студентов. – М., 1901. – 81 с.
2. Работнов Т.А. Луговедение. – Изд. второе. – М. : Изд-во Московского университета, 1984. – 320 с.
3. Работнов Т.А. Экология луговых трав. – М. : Изд-во Московского университета, 1985. – 176 с.
4. Работнов Т.А. Экспериментальная фитоценология. – М. : Изд-во Московского университета, 1998. – 240 с.
5. Смелов С.П. Теоретические основы луговодства. – М. : Колос, 1966. – 367 с.
6. Кутузова А.А. Научные основы орошения пастбищ и сенокосов. Луговое кормопроизводство // Всероссийский научно-исследовательский институт кормов имени В.Р. Вильямса. К 100-летию со дня образования / под ред. В.М. Косолапова и И.А. Трофимова. – М. : Россельхозакадемия, 2013. – С. 197–207.
7. Коротков Б.И., Дикарев В.Г., Яценко Н.Я., Бражникова Т.С. Новое в теории и практике орошаемого луговодства // Кормопроизводство : сб. науч. трудов, вып. 17. – М., 1977. – С. 79–85.
8. Коротков Б.И. Разработка экологически безопасных технологий создания и использования орошаемых сенокосов и пастбищ // Сб. науч. трудов ВИК, вып. 48. – М., 1992. – С. 101–112.
9. Коротков Б.И., Смирнов А.А. Требования культурных пастбищ к орошению в Нечерноземье // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1978. – № 9. – С. 104–112.
10. Кузнецова Е.И., Дикарев В.Г., Гречишников Н.Н., Лукин А.Я. Орошение в Нечерноземье // Перспективные агрохимические технологии повышения качества кормов : Доклады симпозиума (Немчиновка, 4–5 июля 2002 г.). – М., 2002. – С. 181–188.
11. Коротков Б.И. Водопотребление луговых травостоев на пойменных землях // Гидротехника и мелиорация. – 1980. – № 12. – С. 32–35.
12. Коротков Б.И. Основы орошения культурных пастбищ в Нечерноземье // Сб. науч. трудов ВИК, вып. 10. – М., 1975. – С. 57–70.
13. Коротков Б.И. Разработка экологически безопасных технологий создания и использования орошаемых сенокосов и пастбищ // Проблемы научного обеспечения кормопроизводства. – М., 1992. – Вып. 48. – С. 101–111.

14. Гречишников Н.Н. Приемы интенсификации разновозрастных мелиорируемых пастбищ Нечерноземной зоны РСФСР // Резервы интенсификации кормопроизводства : Материалы III Всесоюзной научной конференции молодых ученых и аспирантов. – М., 1986. – С. 9–16.
15. Гречишников Н.Н. Продуктивность мелиорированных пастбищ при различном сочетании минеральных удобрений и бесподстильного навоза // Эффективные приемы повышения продуктивности природных кормовых угодий по зонам страны : сб. науч. трудов ВИК, вып. 39. – М., 1988. – С. 165–172.
16. Гречишников Н.Н. Резерв экономии семян трав при перезалужении пастбищ // Информационный листок № 61–86. – М. : МособлЦНТИ, 1986. – 4 с.
17. Кобзин А.Г., Гречишников Н.Н. Рациональные нормы высева, режимы орошения и удобрений высокопродуктивных мелиорируемых пастбищ в Нечерноземной зоне // Приемы создания и использования высокопродуктивных сенокосов и пастбищ : сб. науч. трудов, вып. 34. – М., 1986. – С. 113–118.
18. Коротков Б.И., Симонова С.В., Гречишников Н.Н. Норма высева семян и продуктивность орошаемых пастбищ // Кормопроизводство. – 1985. – № 2. – С. 3–4.
19. Коротков Б.И., Кобзин А.Г. Приемы повышения продуктивности осушаемых культурных пастбищ // Кормопроизводство. – 1982. – № 4. – С. 31–33.
20. Абрамов В.И. Ресурсосберегающие приемы повышения продуктивности сенокосов на мелиорируемых землях // Эффективные приемы повышения продуктивности природных кормовых угодий по зонам страны : сб. науч. трудов, вып. 39. – М., 1988. – С. 102–110.
21. Коротков Б.И., Гречишников Н.Н., Абрамов В.И. Применение навозных стоков в качестве удобрений мелиорируемых сенокосов // Кормовые культуры. – 1990. – № 1. – С. 28–30.
22. Гречишников Н.Н. Приемы повышения продуктивности пастбищ на мелиорируемых землях Нечерноземной зоны // Материалы 3 Всесоюзной научной конференции молодых ученых по кормопроизводству. – М., 1985. – С. 39–41.
23. Гречишников Н.Н. Влияние удобрений и орошения на продуктивность и химический состав старовозрастных осушаемых злаковых пастбищ // Бюллетень ВИУА. – 1987. – № 79. – С. 17–20.
24. Коротков Б.И., Гречишников Н.Н. Ресурсосберегающие технологии создания и улучшения сенокосов и пастбищ. Обзорная информация. – М., 1990. – 60 с.
25. Коротков Б.И., Гречишников Н.Н., Абрамов В.И. Восстановление урожайности выродившихся пастбищ и сенокосов // Достижения науки и техники АПК. – 1989. – № 11. – С. 16–18.
26. Коротков Б.И., Дикарев В.Г., Яценко Н.А. Подпочвенное орошение пастбищ и сенокосов // Гидротехника и мелиорация. – 1975. – № 3. – С. 107–110.
27. Орошаемые пастбища и сенокосы в Нечерноземной зоне / Б.И. Коротков, Н.А. Яценко, М.Ф. Щербаков [и др.]. – М. : Россельхозиздат, 1984. – 192 с.
28. Гречишников Н.Н. Продуктивность орошаемого травостоя и вымывание питательных веществ из почвы // Тезисы докладов Всесоюзной научной конференции молодых ученых и аспирантов по актуальным проблемам интенсификации кормопроизводства. – М. : ВНИИ кормов, 1991. – С. 126–127.
29. Гречишников Н.Н. Вымывание питательных веществ из почвы при интенсификации мелиорируемых пастбищ // Плодородие почв в интенсивном земледелии : сб. науч. трудов БелНИИ-ПиА. – Минск, 1991. – С. 17.
30. Коротков Б.И., Гречишников Н.Н. Вымывание питательных веществ из почвы на пастбищах // Химия в сельском хозяйстве. – 1987. – № 4. – С. 19–22.
31. Коротков Б.И., Ермакова Е.Г. Влияние приемов интенсификации лугового кормопроизводства на потери питательных элементов из почвы // Приемы создания и использования высокопродуктивных сенокосов и пастбищ : сб. науч. трудов, вып. 34. – М., 1986. – С. 127–135.
32. Практическое руководство по технологиям улучшения и использования сенокосов и пастбищ лесной зоны / ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса. – М. : Агропромиздат, 1987. – 136 с.

33. Практическое руководство по технологиям улучшения и использования сенокосов и пастбищ лесостепной и степной зон / ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса. – М. : Агропромиздат, 1987. – 144 с.
34. Орошаемые культурные пастбища / Н.Г. Андреев, Р.А. Афанасьев, Б.И. Коротков, Г.Е. Мерзлая. – М.: «Колос», 1970. – 311 с.
35. Коротков Б.И. О постановке некоторых теоретических исследований на орошаемых пастбищах // Производство кормов на орошаемых землях : сб. науч. трудов. – М.: ВНИИ кормов, 1972. – С. 17–21.

References

1. Vilyams V.R. Lugovodstvo. Kurs lektsiy dlya studentov [Meadow farming. A course of lectures for students]. Moscow, 1901, 81 p.
2. Rabotnov T.A. Lugovedenie [Meadow science]. Moscow, Publ. of Moscow University, 1984, 320 p.
3. Rabotnov T.A. Ekologiya lugovykh trav [Ecology of meadow grasses]. Moscow, Publ. of Moscow University, 1985, 176 p.
4. Rabotnov T.A. Eksperimental'naya fitotsenologiya [Experimental phytocenology]. Moscow, Publ. of Moscow University, 1998, 240 p.
5. Smelov S.P. Teoreticheskie osnovy lugovodstva [Theoretical foundations of meadow growing]. Moscow, Kolos Publ., 1966, 367 p.
6. Kutuzova A.A. Nauchnye osnovy orosheniya pastbishch i senokosov. Lugovoe kormoproizvodstvo [Scientific bases of irrigation of pastures and hayfields. Meadow fodder production]. *Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut kormov imeni V.R. Vil'yamsa. K 100-letiyu so dnya obrazovaniya* [All-Russian Research Institute of Forage named after V.R. Williams. On the occasion of the 100th anniversary of its formation]. Eds.: V.M. Kosolapov, I.A. Trofimov. Moscow, Rossel'khozakademiya Publ., 2013, pp. 197–207.
7. Kоротков B.I., Dikarev V.G., Yashchenko N.Ya., Brazhnikova T.S. Novoe v teorii i praktike oroshayemogo lugovodstva [New in the theory and practice of irrigated meadow farming]. *Kormoproizvodstvo: sbornik nauch. trudov, vyp. 17* [Fodder production: collection of scientific works, issue 17]. Moscow, 1977, pp. 79–85.
8. Kоротков B.I. Razrabotka ekologicheskii bezopasnykh tekhnologiy sozdaniya i ispol'zovaniya oroshayemykh senokosov i pastbishch [Development of environmentally friendly technologies for the creation and use of irrigated hayfields and pastures]. *Sbornik nauchnykh trudov VIK, vyp. 48* [Collection of scientific papers of VIK, issue 48]. Moscow, 1992, pp. 101–112.
9. Kоротков B.I., Smirnov A.A. Trebovaniya kul'turnykh pastbishch k orosheniyu v Nechernozem'e [Requirements of cultivated pastures for irrigation in the Non-Chernozem region]. *Vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki* [Bulletin of agricultural science], 1978, no. 9, pp. 104–112.
10. Kuznetsova E.I., Dikarev V.G., Grechishnikov N.N., Lukin A.Ya. Oroshenie v Nechernozem'e [Irrigation in the Non-Chernozem Region]. *Perspektivnye agrokhimicheskie tekhnologii povysheniya kachestva kormov : Doklady simpoziuma (Nemchinovka, 4–5 iyulya 2002 g.)* [Perspective agrochemical technologies for improving the quality of fodder: Reports of the symposium (Nemchinovka, July 4–5, 2002)]. Moscow, 2002, pp. 181–188.
11. Kоротков B.I. Vodopotrebleniye lugovykh travostoev na poymennykh zemlyakh [Water consumption of meadow grass stands on floodplain lands]. *Gidrotekhnika i melioratsiya* [Hydrotechnics and melioration], 1980, no. 12, pp. 32–35.
12. Kоротков B.I. Osnovy orosheniya kul'turnykh pastbishch v Nechernozem'e [Fundamentals of irrigation of cultivated pastures in the Non-Chernozem region]. *Sbornik nauchnykh trudov VIK, vyp. 10* [Collection of scientific papers of VIK, issue 10]. Moscow, 1975, pp. 57–70.
13. Kоротков B.I. Razrabotka ekologicheskii bezopasnykh tekhnologiy sozdaniya i ispol'zovaniya oroshayemykh senokosov i pastbishch [Development of environmentally safe technologies for the crea-

- tion and use of irrigated hayfields and pastures]. *Problemy nauchnogo obespecheniya kormoproizvodstva* [Problems of scientific support for fodder production]. Moscow, 1992, issue 48, pp. 101–111.
14. Grechishnikov N.N. Priemy intensifikatsii raznovozrastnykh melioriruemykh pastbishch Nechernozemnoy zony RSFSR [Techniques for intensification of reclaimed pastures of different ages in the non-chernozem zone of the RSFSR]. *Rezervy intensifikatsii kormoproizvodstva: Materialy III Vsesoyuznoy nauchnoy konferentsii molodykh uchenykh i aspirantov* [Reserves for the intensification of fodder production: Proceedings of the III All-Union Scientific Conference of Young Scientists and Postgraduates]. Moscow, 1986, pp. 9–16.
 15. Grechishnikov N.N. Produktivnost' meliorirovannykh pastbishch pri razlichnom sochetanii mineral'nykh udobreniy i bespodstilochnogo navoza [Productivity of reclaimed pastures with various combinations of mineral fertilizers and non-litter manure]. *Effektivnye priemy povysheniya produktivnosti prirodnkh kormovykh ugodiy po zonam strany: sb. nauch. trudov VIK, vyp. 39* [Effective methods for increasing the productivity of natural forage lands in the country's zones: collection scientific works, issue 39]. Moscow, 1988, pp. 165–172.
 16. Grechishnikov N.N. Rezerv ekonomii semyan trav pri perezaluzhenii pastbishch [Savings reserve of grass seeds during pasture replanting]. *Informatsionnyy listok № 61–86* [Information sheet No 61–86]. Moscow, 1986, 4 p.
 17. Kobzin A.G., Grechishnikov N.N. Ratsional'nye normy vyseva, rezhimy orosheniya i udobreniy vysokoproduktivnykh melioriruemykh pastbishch v Nechernozemnoy zone [Rational seeding rates, irrigation and fertilizer regimes for highly productive reclaimed pastures in the Non-Chernozem zone]. *Priemy sozdaniya i ispol'zovaniya vysokoproduktivnykh senokosov i pastbishch: sb. nauch. trudov, vyp. 34* [Methods for creating and using highly productive hayfields and pastures: collection scientific works, issue 34]. Moscow, 1986, pp. 113–118.
 18. Korotkov B.I., Simonova S.V., Grechishnikov N.N. Norma vyseva semyan i produktivnost' oroshayemykh pastbishch [Seeding rate and productivity of irrigated pastures]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], 1985, no. 2, pp. 3–4.
 19. Korotkov B.I., Kobzin A.G. Priemy povysheniya produktivnosti osushayemykh kul'turnykh pastbishch [Methods for increasing the productivity of drained cultivated pastures]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], 1982, no. 4, pp. 31–33.
 20. Abramov V.I. Resursosberegayushchie priemy povysheniya produktivnosti senokosov na melioriruemykh zemlyakh [Resource-saving methods for increasing the productivity of hayfields on reclaimed lands]. *Effektivnye priemy povysheniya produktivnosti prirodnkh kormovykh ugodiy po zonam strany: sb. nauch. trudov, vyp. 39* [Effective methods for increasing the productivity of natural forage lands in the country's zones: collection scientific works, issue 39]. Moscow, 1988, pp. 102–110.
 21. Korotkov B.I., Grechishnikov N.N., Abramov V.I. Primenenie navoznykh stokov v kachestve udobreniy melioriruemykh senokosov [Application of manure effluents as fertilizers of reclaimed hayfields]. *Kormovye kul'tury* [Forage crops], 1990, no. 1, pp. 28–30.
 22. Grechishnikov N.N. Priemy povysheniya produktivnosti pastbishch na melioriruemykh zemlyakh Nechernozemnoy zony [Methods for increasing the productivity of pastures on reclaimed lands of the Non-Chernozem Zone]. *Materialy 3 Vsesoyuznoy nauchnoy konferentsii molodykh uchenykh po kormoproizvodstvu* [Materials of the 3rd All-Union Scientific Conference of Young Scientists on Forage Production]. Moscow, 1985, pp. 39–41.
 23. Grechishnikov N.N. Vliyanie udobreniy i orosheniya na produktivnost' i khimicheskiy sostav starovozrastnykh osushayemykh zlakovykh pastbishch [Influence of fertilizers and irrigation on the productivity and chemical composition of old-growth drained cereal pastures]. *Byulleten' VIUA* [Bulletin of VIUA]. 1987, no. 79, pp. 17–20.
 24. Korotkov B.I., Grechishnikov N.N. Resursosberegayushchie tekhnologii sozdaniya i uluchsheniya senokosov i pastbishch. Obzornaya informatsiya [Resource-saving technologies for creating and improving hayfields and pastures. Overview information]. Moscow, 1990, 60 p.

25. Korotkov B.I., Grechishnikov N.N., Abramov V.I. Vosstanovlenie urozhaynosti vyrodivshikhsya pastbishch i senokosov [Restoring the yield of degenerated pastures and hayfields]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Achievements of science and technology of the agro-industrial complex]*, 1989, no. 11, pp. 16–18.
26. Korotkov B.I., Dikarev V.G. Yashchenko N.A. Podpochvennoe oroshenie pastbishch i senokosov [Subsoil irrigation of pastures and hayfields]. *Gidrotekhnika i melioratsiya [Hydrotechnics and melioration]*, 1975, no. 3, pp. 107–110.
27. Korotkov B.I., Yashchenko N.A., Shcherbakov M.F. et al. Oroshaemye pastbishcha i senokosy v Nechernozemnoy zone [Irrigated pastures and hayfields in the Non-Chernozem zone]. Moscow, Ros-selkhozizdat Publ., 1984, 192 p.
28. Grechishnikov N.N. Produktivnost' oroshaemogo travostoya i vymyvanie pitatel'nykh veshchestv iz pochvy [Productivity of the irrigated grass stand and leaching of nutrients from the soil]. *Tezisy dok-ladov Vsesoyuznoy nauchnoy konferentsii molodykh uchenykh i aspirantov po aktual'nykh problemam intensivifikatsii kormoproizvodstva [Theses of the All-Union Scientific Conference of Young Scientists and Postgraduates on topical issues of intensification of feed production]*. Moscow, 1991, pp. 126–127.
29. Grechishnikov N.N. Vymyvanie pitatel'nykh veshchestv iz pochvy pri intensivifikatsii melioriruemyykh pastbishch [Leaching of nutrients from the soil during the intensification of reclaimed pastures]. *Plodorodiye pochv v intensivnom zemledelii: sb. nauch. trudov BelNIIPiA [Soil fertility in intensive agriculture: collection of scientific papers BelNIIPiA]*. Minsk, 1991, pp. 17.
30. Korotkov B.I., Grechishnikov N.N. Vymyvanie pitatel'nykh veshchestv iz pochvy na pastbishchakh [Leaching of nutrients from the soil in pastures]. *Khimiya v sel'skom khozyaystve [Chemistry in agri-culture]*, 1987, no. 4, pp. 19–22.
31. Korotkov B.I., Ermakova E.G. Vliyanie priemov intensivifikatsii lugovogo kormoproizvodstva na pote-ri pitatel'nykh elementov iz pochvy [Influence of methods of intensification of meadow fodder pro-duction on the loss of nutrients from the soil]. *Priemy sozdaniya i ispol'zovaniya vysokoproduktiv-nykh senokosov i pastbishch: sb. nauch. trudov, vyp. 34 [Methods for creating and using highly pro-ductive hayfields and pastures: collection scientific works, issue 34]*. Moscow, 1986, pp. 127–135.
32. Prakticheskoe rukovodstvo po tekhnologiyam uluchsheniya i ispol'zovaniya senokosov i pastbishch lesnoy zony [A practical guide on technologies for improving and using hayfields and pastures in the forest zone]. All-Russian Williams Fodder Research Institute. Moscow, Agropromizdat Publ., 1987, 137 p.
33. Prakticheskoe rukovodstvo po tekhnologiyam uluchsheniya i ispol'zovaniya senokosov i pastbishch lesostepnoy i stepnoy zon [A practical guide on technologies for improving and using hayfields and pastures in the forest-steppe and steppe zones]. All-Russian Williams Fodder Research Institute. Moscow, Agropromizdat Publ., 1987, 144 p.
34. Andreev N.G., Afanasyev R.A., Korotkov B.I., Merzlaya G.E. Oroshaemye kul'turnye pastbishha [Ir-rigated cultural pastures]. Moscow, Kolos Publ., 1970, 311 p.
35. Korotkov B.I. O postanovke nekotorykh teoreticheskikh issledovaniy na oroshaemykh pastbishchakh [On the formulation of some theoretical studies on irrigated pastures]. *Proizvodstvo kormov na oro-shaemykh zemlyakh: sb. nauch. trudov [Forage production on irrigated lands: collection scientific works]*. All-Russian Williams Fodder Research Institute. Moscow, 1972, pp. 17–21.

УДК 502/504; 631/635

DOI: <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2023-2-74-82>**БИОСФЕРА, НООСФЕРА И СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО
(к 160-летию со дня рождения В.И. Вернадского)**

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

*ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»
141055, Россия, Московская область, г. Лобня, ул. Научный городок, корп. 1
vniikormov@mail.ru*

**BIOSPHERE, NOOSPHERE AND AGRICULTURE
(to the 160th anniversary of the birth V.I. Vernadsky)**

I.A. Trofimov, Doctor of Geographical Sciences
L.S. Trofimova, Candidate of Agricultural Sciences
E.P. Yakovleva, Senior Researcher

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

Статья посвящена выдающемуся российскому ученому В.И. Вернадскому, который является одним из основоположников экологии. Как ученик В.В. Докучаева он развивал его идеи системного динамического подхода к изучению природы и внес глубокое научное экологическое содержание в понятия биосферы и ноосферы. В.И. Вернадский — основоположник комплекса современных наук о Земле (геохимии, биогеохимии, радиологии, гидрогеологии) и создатель многих научных школ. В своем научном творчестве он охватывал многие научные направления, от геологии до изучения роли живого вещества в геохимических циклах, от почвоведения к биосфере, возрастающему влиянию научной мысли, деятельности человека в биосфере и ее преобразованию в ноосферу. Рассматривается значение сельского хозяйства в биосфере и ноосфере. Биосфера — область активной жизни Земли (тропосфера, гидросфера и часть литосферы), состав, структура и энергетика которой обусловлены в основном деятельностью живых организмов. Ноосфера — ее мыслящая оболочка. Сельское хозяйство, важнейшей частью которого являются лугопастбищные экосистемы, представляет собой важный компонент биосферы, воспроизводимый, автотрофный устойчивый ресурс (энергетический, экологический, продовольственный и кормовой). В свете насущных экологических проблем, с которыми сталкивается мир, экологическое образование и экологическое мышление являются приоритетом для развития биосферы, ноосферы и сельского хозяйства.

Ключевые слова: человек, природа, растениеводство, луговодство, сотрудничество, гармонизация.

The article is devoted to the outstanding Russian scientist V.I. Vernadsky, who is one of the founders of ecology. As a student of V.V. Dokuchaev, he developed his ideas of a systematic dynamic approach to

the study of nature and introduced deep scientific ecological content into the concepts of the biosphere and the noosphere. V.I. Vernadsky is the founder of the complex of modern Earth sciences (geochemistry, biogeochemistry, radiology, hydrogeology) and the creator of many scientific schools. In his scientific work, he covered many scientific areas, from geology to the study of the role of living matter in geochemical cycles, from soil science to the biosphere, the increasing influence of scientific thought, human activity in the biosphere and its transformation into the noosphere. The importance of agriculture in the biosphere and noosphere is considered. Biosphere is an area of active life of the Earth (troposphere, hydrosphere and part of the lithosphere), the composition, structure and energy of which are mainly due to the activity of living organisms. The noosphere is its thinking shell. Agriculture, the most important part of which are grassland ecosystems, is an important component of the biosphere, a reproducible, autotrophic sustainable resource (energy, environmental, food and feed). In light of the pressing environmental problems facing the world, environmental education and environmental thinking are a priority for the development of the biosphere, the noosphere and agriculture.

Keywords: man, nature, crop production, meadow farming, cooperation, harmonization.



**Вернадский Владимир Иванович
(28 февраля 1863 — 6 января 1945)**

Выдающийся российский ученый В.И. Вернадский является одним из основоположников экологии. Как ученик В.В. Докучаева он развивал его идеи системного динамического подхода к изучению природы и внес глубокое научное экологическое содержание в понятия биосферы и ноосферы.

В.И. Вернадский — основоположник комплекса современных наук о Земле (геохимии, биогеохимии, радиологии, гидрогеологии) и создатель многих научных школ. В своем научном творчестве он охватывал многие научные направления, от геологии до изучения роли живого вещества в геохимических циклах, от почвоведения к биосфере, возрастающему влиянию научной мысли и деятельности человека в биосфере и ее преобразованию в ноосферу [1; 2; 3].

БИОСФЕРА (от греч. *bios* — жизнь и *sphaira* — шар) — область активной жизни (оболочка Земли), состав, структура и энергетика которой обусловлены в основном деятельностью живых организмов.

Биосфера включает нижнюю часть атмосферы (тропосферу) до пределов распространения живых организмов (20–25, по другим данным — до 75–80 км), гидросферу и часть литосферы.

Термин «биосфера» ввел австрийский ученый Э. Зюсс (1875), целостное учение о биосфере создал В.И. Вернадский (1926).

В биосфере живые организмы (живое вещество) и среда их обитания образуют

экосистемы (биогеоценозы). Биосфера — совокупность всех экосистем (биогеоценозов). Они органически связаны и взаимодействуют друг с другом, образуя целостную динамическую систему.

Питание, дыхание, размножение организмов и связанные с ними процессы создания, накопления и распада органического вещества обеспечивают круговорот веществ и энергии в биосфере. С этим круговоротом связана постоянная миграция химических элементов (главным образом, биогенных) — их биогеохимические циклы.

Исключительная роль в биосфере принадлежит зеленым растениям, которые улавливают солнечную энергию в процессе фотосинтеза и поддерживают газовый состав атмосферы. Ими создается и почти вся биомасса биосферы (около 99%). В ходе длительной эволюции биосфера приобрела сложную структуру, разнообразие, обеспечивающие ее устойчивость и развитие [4].

Появление человека внесло в природные процессы существенные изменения. С 19–20 веков они стали настолько значительными, что воздействие человека на окружающую среду (антропогенные факторы) стало сопоставимо с масштабами геологических процессов.

В результате вырубки лесов, распашки земель, связанных с ними негативных процессов эрозии, дегумификации почв, засух, опустынивания и изменения климата, загрязнения биосферы химикатами (удобрениями, пестицидами), промышленными и сельскохозяйственными стоками и другими отходами хозяйственной деятельности, сжигания огромных количеств органического топлива и многих других последствий антропогенной дея-

тельности возникла проблема сохранения биосферы в состоянии, пригодном для жизни и дальнейшего развития человечества.

Стихийному воздействию человека на природу противопоставлено разумное отношение к ее использованию, которое нашло выражение в учении о ноосфере, или сфере разума. В.И. Вернадский считал ноосферой качественно новый этап развития биосферы, разумно регулируемой человеком так, чтобы возрастающие потребности общества гармонично сочетались с сохранением и умножением природных ресурсов.

НООСФЕРА (от греч. *nóos* — разум и сфера) — сфера взаимодействия природы и общества, в которой разумная человеческая деятельность становится главным, определяющим фактором развития. Ноосфера — высшая стадия развития биосферы, связанная с возникновением и развитием в ней человечества.

Познавая законы природы и совершенствуя технику, человечество становится крупнейшей силой, сопоставимой по масштабам с геологическими силами, и начинает оказывать определяющее влияние на ход процессов в охваченной его воздействием сфере Земли (и в околоземном пространстве), глубоко изменяя ее.

Становление и развитие человечества как новой силы, преобразующей природу, выразилось в возникновении новых форм и расширении масштабов обмена веществом и энергией между обществом и природой, во все возрастающем биогеохимическом и ином воздействии человека на биосферу.

В понятии ноосфера подчеркивается необходимость разумной организации

взаимодействия общества и природы, рационально преобразующего природную среду в противоположность стихийному, хищническому отношению к ней, приводящему к ухудшению окружающей среды.

Термин «ноосфера» и понятие ноосферы как облекающей земной шар идеальной, «мыслящей» оболочки, формирование которой связано с возникновением и развитием человеческого сознания, введен французским философом Э. Леруа в 1927 году [4].

Основные предпосылки возникновения ноосферы, по В.И. Вернадскому:

- 1) расселение *Homo sapiens* по всей поверхности планеты и его победа в соревновании с другими биологическими видами;

- 2) развитие всепланетных систем связи, создание единой для человечества информационной системы;

- 3) открытие таких новых источников энергии, как атомная, после чего деятельность человека становится важной геологической силой;

- 4) победа демократий и доступ к управлению широких народных масс;

- 5) все более широкое вовлечение людей в занятия наукой, овладение знаниями, познание законов природы и экологической культуры.

Основные принципы создания и существования ноосферы:

- 1) осознание людьми необходимости сохранения биосферы, цивилизации и человечества на Земле;

- 2) создание благоприятной среды обитания и ресурсов жизнеобеспечения;

- 3) экономное расходование и сбережение природных ресурсов;

- 4) переход к здоровому образу жизни

и сокращение необязательного потребления;

- 5) уважение, забота и любовь к будущим поколениям.

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО — одна из главных отраслей материального производства, центральное звено агропромышленного комплекса, обеспечивающая население продовольствием и многие отрасли сырьем.

В отличие от других сфер материального производства сельское хозяйство ведется на огромной площади и территориально рассредоточено. В нем используются земля (как основное средство производства), свет, тепло, вода и живые организмы (растения, животные, микроорганизмы).

Основные отрасли сельского хозяйства — земледелие, растениеводство и животноводство, в которые входят группы более мелких отраслей. В растениеводство входят полеводство, кормопроизводство, овощеводство, лесоводство и др. В животноводство — скотоводство, овцеводство, свиноводство, птицеводство, коневодство и др. Земледелие подразделяется на мелиоративное, орошаемое, богарное и др.

История сельского хозяйства теснейшим образом связана с развитием биосферы, потреблением и созданием ее ресурсов. Жизнеобеспечивающие ресурсы, создаваемые биосферой, и отношение к ним сельского хозяйства являются основным фактором существования человечества.

Биосфера — это общепланетарная и общечеловеческая ценность. Биосфера — это главная производительная сила на Земле. Ресурсы биосферы создаются всеми живыми организмами, в том числе

и в процессе сельскохозяйственной деятельности человека.

В основе сельскохозяйственного природопользования лежат жизнь в согласии с природной средой и потребление ее ресурсов с целью повышения качества жизни человека. Природопользование в сельском хозяйстве подразумевает использование природной среды в пределах ее экологической емкости. При этом сохраняются природно-ресурсный потенциал биосферы и возможность его восстановления.

Основная идея природопользования заключается в его рациональности, улучшении условий проживания людей путем сохранения здоровой природной среды и минимизации ее деградации. Взаимодействие человека с окружающей природной средой в процессе сельскохозяйственной деятельности не должно создавать условия, приводящие к деградации биосферы.

Рационально организованное природопользование создает условия для коэволюции природы и общества. Немаловажно применять адаптационные технологии, получившие название «природоподобные». Человек в своей деятельности должен следовать природным закономерностям, то есть не нарушать законы биосферы [5; 6].

Адаптация — эффективный механизм природопользования, позволяющий сохранять природу и одновременно использовать ее с целью создания комфортных условий жизни. Сюда можно отнести применение адаптивных технологий в сельском хозяйстве, в частности, районирование территорий по природным условиям. Гармоничное взаимодействие человека с природной средой —

важнейший фактор существования цивилизации [7].

На протяжении тысячелетий развитие сельского хозяйства базировалось на широком использовании «даровых сил природы», не задумываясь о последствиях. Анализ неблагоприятных тенденций в современном растениеводстве со всей очевидностью свидетельствует о нарушении принципов адаптивного управления сложными биологическими по своей природе системами, каковыми являются агробиогеоценозы, агроэкосистемы и агроландшафты.

Растениеводство выступает в качестве важнейшего фактора долговременной стратегии сельскохозяйственного природопользования, при которой его природоохранные, средоулучшающие и продукционные функции одинаково важны и взаимосвязаны, обеспечивая биосферосовместимость и высокое качество жизни человека. Обоснованность указанного направления подтверждается многочисленными примерами из истории земледельческой культуры, а также и громадными перспективами использования наукоемких технологий при переходе к адаптивной интенсификации растениеводства [8].

К числу важнейших условий адаптивной интенсификации растениеводства следует отнести: 1. Региональную специализацию растениеводства и животноводства, что позволяет с наибольшей эффективностью использовать местные природные, биологические и трудовые ресурсы, а также свести к минимуму негативные последствия применения техногенных факторов интенсификации, т.е. обеспечить экологизацию последней; 2. Большую функциональную

взаимосвязь и адаптивность важнейших отдельных отраслей сельскохозяйственного производства, которые должны эффективно и синхронно дополнять друг друга; 3. Биологизацию и экологизацию интенсификационных процессов, базирующихся на широком использовании достижений в области селекции, конструировании адаптивных агроэкосистем и агроландшафтов, интегрированной системе защиты растений; 4. Обеспечение экономической и экологической надежности высокого уровня техногенных затрат; 5. Меры государственного регулирования [8].

Лугопастбищные экосистемы представляют собой важный компонент биосферы, воспроизводимый, автотрофный устойчивый ресурс (энергетический, экологический и кормовой). Они занимают первое место по площади: $42 \times 10^6 \text{ км}^2$. Возделываемые земли занимают в 3 раза меньшую площадь. Общая валовая продукция лугопастбищных экосистем составляет $10,5 \times 10^{16}$ ккал/год. По ее производству они занимают второе место среди наземных экосистем биосферы. Возделываемые земли производят на 20% меньший объем валовой продукции. Лугопастбищные экосистемы обеспечивают аккумуляцию солнечной энергии и накопление биомассы в биосфере и агроландшафтах, накопление углерода, накопление гумуса, биоразнообразие и устойчивость агроэкосистем. Они имеют большое значение, разнообразные функции и высокий потенциал в биосфере, агроландшафтах и сельском хозяйстве [9; 10; 11].

В свете насущных экологических проблем, с которыми сталкивается мир, экологическое образование и экологиче-

ское мышление являются приоритетом для развития биосферы, ноосферы и сельского хозяйства.

Развитие высокопродуктивного, экологически чистого и устойчивого растениеводства, животноводства и земледелия невозможно также без формирования экологического мышления. Экологическое мышление — это способность правильно оценивать последствия взаимодействия человека и природы, анализировать, выявлять и прогнозировать причины и последствия принимаемых решений и возникновения экологических проблем.

Формирование экологического мышления имеет важнейшее государственное значение в сохранении устойчивости экосистем биосферы, нашей среды обитания и здоровья человека. Оно исходит из здравого смысла и понимания неразрывной связи и взаимозависимости жизни и благополучия человека, общества и государства от жизни и благополучия природы. Экологическое мышление должно определять наши взгляды, мысли и понимание важнейшего значения природы в жизни человека. Каждый должен задумываться о возможных последствиях наших поступков и действий во взаимоотношениях человека и природы [12; 13; 14; 15].

За разработки по агроландшафтно-экологическому районированию обширной территории России, созданию регионально-, ландшафтно- и экологически дифференцированных сортов и природоподобных технологий рационального сельскохозяйственного природопользования с целью гармоничного взаимодействия человека и природы, сохранения наших земель и плодородия почв для на-

стоящих и будущих поколений ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» в 2022 г. награжден Орденом В.И. Вернадского, а во семь научных сотрудников — Почетными грамотами Неправительственного экологического фонда им. В.И. Вернадского.

Литература

1. Они открывали Землю! Вернадский Владимир Иванович. — URL: <http://i.geo-site.ru/node/24> (дата обращения 08.02.2023).
2. Снакин В.В. Экология, глобальные природные процессы и эволюция биосферы : Энциклопедический словарь. — М. : Издательство Московского университета, 2020. — 528 с.
3. Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Переход к устойчивому, высокопродуктивному и экологически чистому сельскому хозяйству // Использование и охрана природных ресурсов в России. — 2021. — № 4. — С. 9–15.
4. Косолапов В.М., Трофимов И.А., Трофимова Л.С. Энциклопедический словарь терминов по кормопроизводству. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Типография Россельхозакадемии, 2013. — 592 с.
5. Моисеев Н.Н. Козволюция природы и общества // Экология и жизнь. — 1997. — № 2–3. — С. 4–7.
6. Моисеев Н.Н. Современное естествознание и проблемы взаимодействия Природы и общества // Экология и жизнь. — 2007. — № 8. — С. 10–14.
7. Осипов В.И., Аксютин О.Е., Ишков А.Г., Грачев В.А. Взаимодействие человека с природной средой — важнейший фактор существования цивилизации. Итогам года экологии в России посвящается // Вестник Российской академии наук. — 2018. — Т. 88, № 2. — С. 99–106.
8. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Теория и практика. В трех томах. — М. : Агрорус, 2008. — Том I: 816 с.
9. Трофимова Л.С., Трофимов И.А., Яковлева Е.П. Значение, функции и потенциал кормовых экосистем в биосфере, агроландшафтах и сельском хозяйстве // Адаптивное кормопроизводство. — 2010. — № 3. — С. 23–28. — URL: <http://www.adaptagro.ru>.
10. Трофимова Л.С., Трофимов И.А. Значение, функции и потенциал травяных экосистем в биосфере // Теоретические и прикладные проблемы использования, сохранения и восстановления биологического разнообразия травяных экосистем : материалы Международной научной конференции (г. Михайловск, 16–17 июня 2010 г.) / ГНУ Ставропольский НИИСХ Россельхозакадемии. — Ставрополь : АГРУС, 2010. — С. 386–387.
11. Развитие высокопродуктивного, экологически чистого и устойчивого растениеводства и земледелия / И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева, Н.Г. Рыбальский, В.В. Снакин, А.В. Емельянов, Е.В. Скрипникова, А.С. Горбунов, О.П. Быковская // Актуальные вопросы развития отраслей сельского хозяйства: теория и практика : Материалы III Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых АПК (Рассвет, 14–15 мая 2021 г.). — Рассвет : АзовПринт, 2021. — С. 93–97.
12. От экологического образования к экологии будущего / И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева, А.В. Емельянов, Е.В. Скрипникова // От экологического образования к экологии будущего : сборник материалов и докладов VI Всероссийской научно-практической конференции по экологическому образованию (Москва, 30 октября – 01 ноября 2019 г.) / Под общ. ред. В.А. Грачева. — М. : Неправительственный экологический фонд имени В.И. Вернадского, 2020. — С. 1424–1431.
13. Ответственность за человека и природу / И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева, Н.Г. Рыбальский, В.В. Снакин, А.В. Емельянов, Е.В. Скрипникова, А.С. Горбунов, О.П. Быковская // Образование–2030. Учиться. Пробовать. Действовать : сборник статей VII Всероссийской конференции по экологическому образованию. — М. : Неправительственный экологический фонд имени В.И. Вернадского, 2021. — С. 278–281.

14. Экологическое мышление и сельское хозяйство / И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева, Н.Г. Рыбальский, В.В. Снакин, А.В. Емельянов, Е.В. Скрипникова, А.С. Горбунов, О.П. Быковская // Образование–2030. Учиться. Пробовать. Действовать : сборник статей VI Всероссийской конференции по экологическому образованию. – М. : Неправительственный экологический фонд имени В.И. Вернадского, 2021. – С. 282–285.
15. Экологическая культура в сельском хозяйстве и экологическое воспитание / И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева, Т.В. Леонидова, Н.Г. Рыбальский, В.В. Снакин, А.В. Емельянов, Е.В. Скрипникова, А.С. Горбунов, О.П. Быковская // Экология и природопользование : сборник статей по материалам II Всерос. науч.-практ. конф. (Краснодар, 06–10 июня 2022 г.) / отв. за вып. А.Г. Максименко. – Краснодар : КубГАУ, 2022. – С. 333–337.

References

1. Oni otkryvali Zemlyu! Vernadskiy Vladimir Ivanovich [They discovered the Earth! Vernadsky Vladimir Ivanovich]. URL: <http://i.geo-site.ru/node/24> (accessibly 08.02.2023).
2. Snakin V.V. Ekologiya, global'nye prirodnye protsessy i evolyutsiya biosfery : Entsiklopedicheskiy slovar' [Ecology, global natural processes and evolution of the biosphere : encyclopedic Dictionary]. Moscow, 2020, 528 p.
3. Trofimov I.A., Trofimova L.S., Yakovleva E.P. Perekhod k ustoychivomu, vysokoproduktivnomu i ekologicheski chistomu sel'skomu khozyaystvu [Transition to sustainable, highly productive and environmentally friendly agriculture]. *Ispol'zovanie i okhrana prirodnkh resursov v Rossii* [Use and protection of natural resources in Russia], 2021, no. 4. pp. 9–15.
4. Kosolapov V.M., Trofimov I.A., Trofimova L.S. Entsiklopedicheskiy slovar' terminov po kormoproizvodstvu [Encyclopedic dictionary of terms for fodder production]. Moscow, Tipografiya Ros-selkhozakademii Publ., 2013, 592 p.
5. Moiseev N.N. Koevol'yutsiya prirody i obshchestva [Co-evolution of nature and society]. *Ekologiya i zhizn'* [Ecology and life], 1997, no. 2–3, pp. 4–7.
6. Moiseev N.N. Sovremennoe estestvoznaniye i problemy vzaimodeystviya Prirody i obshchestva [Modern natural science and problems of interaction between Nature and society]. *Ekologiya i zhizn'* [Ecology and life], 2007, no. 8, pp. 10–14.
7. Osipov V.I., Aksyutin O.E., Ishkov A.G., Grachev V.A. Vzaimodeystvie cheloveka s prirodnoy sredoy — vazhneyshiy faktor sushchestvovaniya tsivilizatsii. Itogam goda ekologii v Rossii posvyashchaetsya [Human interaction with the natural environment is the most important factor in the existence of civilization. Dedicated to the results of the year of ecology in Russia]. *Vestnik Rossiyskoy akademii nauk* [Bulletin of the Russian Academy of Sciences], 2018, vol. 88, no. 2, pp. 99–106.
8. Zhuchenko A.A. Adaptivnoye rasteniyevodstvo (ekologo-geneticheskie osnovy). Teoriya i praktika. V trekh tomakh [Adaptive crop production (ecological and genetic foundations). Theory and practice]. In three volumes. Moscow, Agrorus Publ., 2008, vol. I: 816 p.
9. Trofimova L.S., Trofimov I.A., Yakovleva E.P. Znachenie, funktsii i potentsial kormovykh ekosistem v biosfere, agrolandshaftakh i sel'skom khozyaystve [Significance, functions and potential of forage ecosystems in the biosphere, agrolandscapes and agriculture]. *Adaptivnoye kormoproizvodstvo* [Adaptive fodder production], 2010, no. 3, pp. 23–28. URL: <http://www.adaptagro.ru>.
10. Trofimova L.S., Trofimov I.A. Znachenie, funktsii i potentsial travyanykh ekosistem v biosfere [Significance, functions and potential of grass ecosystems in the biosphere]. *Teoreticheskie i prikladnye problemy ispol'zovaniya, sokhraneniya i vosstanovleniya biologicheskogo raznoobraziya travyanykh ekosistem : materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii (g. Mikhaylovsk, 16–17 iyunya 2010 g.)* [Theoretical and applied problems of using, preserving and restoring the biological diversity of grass ecosystems: materials of the International Scientific Conference (Mikhailovsk, June 16–17, 2010)], Stavropol, AGRUS Publ., 2010, pp. 386–387.

11. Trofimov I.A., Trofimova L.S., Yakovleva E.P., Rybalskiy N.G., Snakin V.V., Emelyanov A.V., Skripnikova E.V., Gorbunov A.S., Bykovskaya O.P. Razvitie vysokoproduktivnogo, ekologicheskhi chistogo i ustoychivogo rastenievodstva i zemledeliya [Development of highly productive, environmentally friendly and sustainable crop production and agriculture]. *Aktual'nye voprosy razvitiya otrasley sel'skogo khozyaystva: teoriya i praktika. Materialy III Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh APK (Rassvet, 14–15 maya 2021 g.)* [Actual issues of development of agricultural sectors: theory and practice. Materials of the III All-Russian scientific-practical conference of young scientists of the agro-industrial complex (Rassvet, May 14–15, 2021)]. Rassvet, AzovPrint Publ., 2021, pp. 93–97.
12. Trofimov I.A., Trofimova L.S., Yakovleva E.P., Emelyanov A.V., Skripnikova E.V. Ot ekologicheskogo obrazovaniya k ekologii budushchego [From environmental education to the ecology of the future]. *Ot ekologicheskogo obrazovaniya k ekologii budushchego: Sbornik materialov i dokladov VI Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii po ekologicheskomu obrazovaniyu (Moskva, 30 oktyabrya – 01 noyabrya 2019 g.)* [From environmental education to the ecology of the future: Collection of materials and reports of the VI All-Russian Scientific and Practical Conference on Environmental Education (Moscow, October 30 – November 01, 2019)]. Moscow, Non-Governmental Ecological Fund named after V.I. Vernadsky Publ., 2020, pp. 1424–1431.
13. Trofimov I.A., Trofimova L.S., Yakovleva E.P., Rybalskiy N.G., Snakin V.V., Emelyanov A.V., Skripnikova E.V., Gorbunov A.S., Bykovskaya O.P. Otvetstvennost' za cheloveka i prirodu [Responsibility for man and nature]. *Obrazovanie–2030. Uchit'sya. Probovat'. Deystvovat' : Sbornik statey VII Vserossiyskoy konferentsii po ekologicheskomu obrazovaniyu* [Education–2030. Study. Sample. Act : Collection of articles of the VII All-Russian Conference on Environmental Education]. Moscow, Non-Governmental Ecological Fund named after V.I. Vernadsky Publ., 2021, pp. 278–281.
14. Trofimov I.A., Trofimova L.S., Yakovleva E.P., Rybalskiy N.G., Snakin V.V., Emelyanov A.V., Skripnikova E.V., Gorbunov A.S., Bykovskaya O.P. Ekologicheskoe myshlenie i sel'skoe khozyaystvo [Ecological thinking and agriculture]. *Obrazovanie–2030. Uchit'sya. Probovat'. Deystvovat' : Sbornik statey VII Vserossiyskoy konferentsii po ekologicheskomu obrazovaniyu* [Education–2030. Study. Sample. Act : Collection of articles of the VII All-Russian Conference on Environmental Education], Moscow, Non-Governmental Ecological Fund named after V.I. Vernadsky Publ., 2021, pp. 282–285.
15. Trofimov I.A., Trofimova L.S., Yakovleva E.P., Leonidova T.V., Rybalskiy N.G., Snakin V.V., Emelyanov A.V., Skripnikova E.V., Gorbunov A.S., Bykovskaya O.P. Ekologicheskaya kul'tura v sel'skom khozyaystve i ekologicheskoe vospitanie [Ecological culture in agriculture and ecological education]. *Ekologiya i prirodopol'zovanie : sbornik statey po materialam II Vseros. nauch.-prakt. konf. (Krasnodar, 06–10 iyunya 2022 g.)* [Ecology and nature management : collection of articles based on the materials of the II All-Russia scientific-practical Conf. (Krasnodar, June 06–10, 2022)]. Krasnodar, 2022, pp. 333–337.

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 агrobiотехнологий РАН
Шпаков Анатолий Свиридович	доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент РАН, ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»
Косолапова Валентина Геннадьевна	доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры кормления животных ФГБОУ ВО "РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева"
Некрасов Роман Владимирович	доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН, ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста
Дуборезов Василий Мартынович	доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста
Ивашута Сергей Иванович	кандидат биологических наук, научно-производственная компания «Bayer Crop Science» (штат Миссури, США)
Романюк Вацлав	доктор технических наук, профессор, Институт технологии и естественных наук в Фалентах, Польша
Трофимов Илья Александрович	доктор географических наук, ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»
Костенко Сергей Иванович	кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»
Кутузова Анэля Александровна	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
Kosolapova Valentina Gennadievna	Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Animal Feeding, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "RGAU-MSHA named after K. A. Timiryazev"
Nekrasov Roman Vladimirovich	Doctor of Agricultural Sciences, Professor of RAS, L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry
Duborezov Vasiliy Martynovich	Doctor of Agricultural Sciences, Professor, L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry
Ivashuta Sergei Ivanovich	Candidate of Biological Sciences, scientific and production company "Bayer Crop Science" (Missouri, USA)
Romanyuk Vaclav	Doctor of Technical Sciences, Professor, Institute of Technology and Life Sciences in Falenty, Poland
Trofimov Ilya Alexandrovich	Doctor of Geographical Sciences, Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology
Kostenko Sergei Ivanovich	Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology
Kutuzova Anelya Alexandrovna	Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology

№ 1 (март) 2023

**Гарнитура: Times New
Roman Размер: 5,6 MB**

