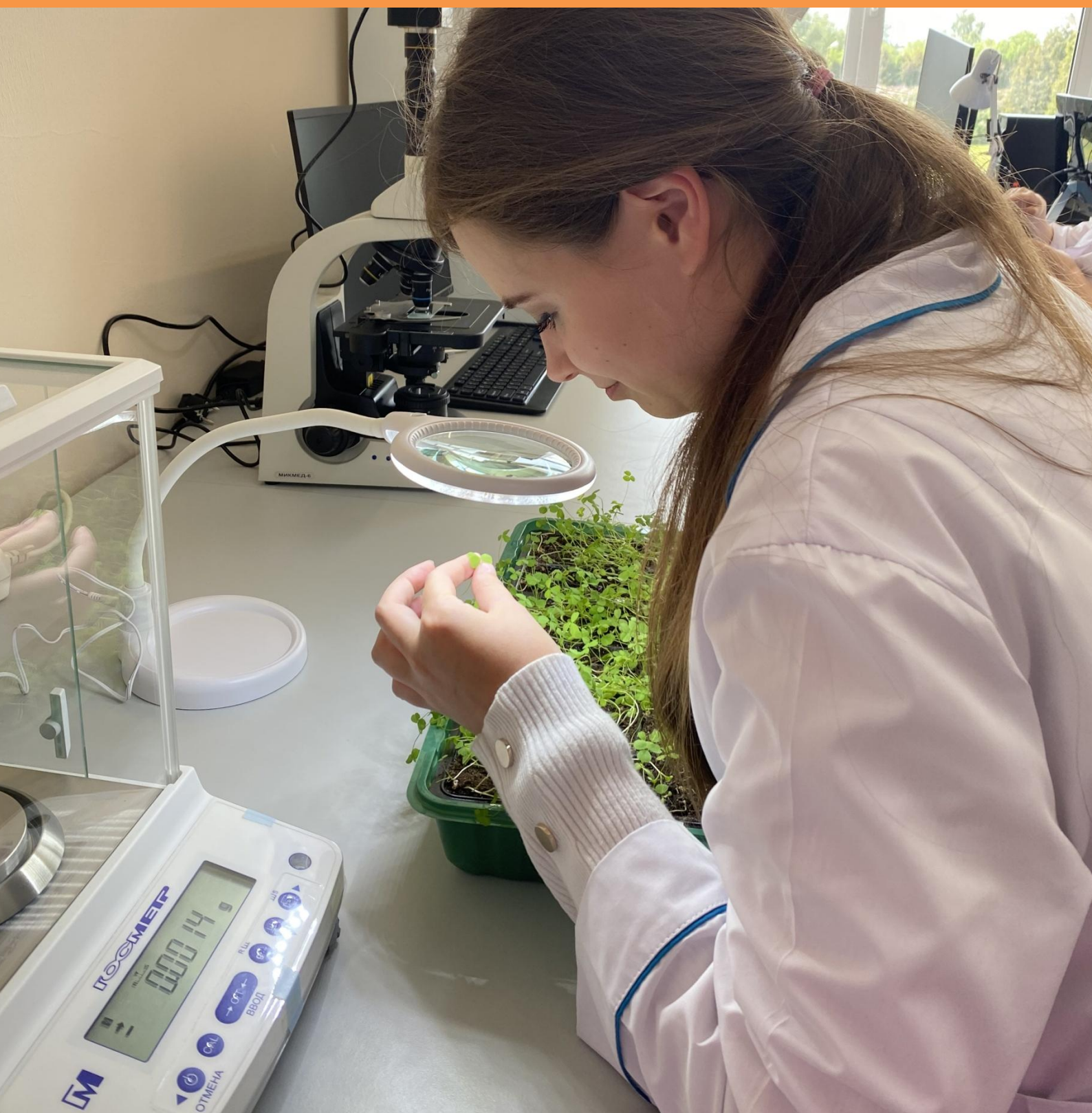


АФР АДАПТИВНОЕ КОРМОПРОИЗВОДСТВО

Научный журнал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», № 1 (март) 2025



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

№ 1 (март) 2025

DOI: 10.33814/AFR-2222-5366-2025-1

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,
руководитель Испытательного центра по оценке качества и стандартизации кормов
ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»
E-mail: vniikormov@mail.ru

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

Верстка и дизайн: Георгиади Н.И.

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

Адрес редакции:

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

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

№ 1 (March) 2025

DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2025-1

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,
Head of the Testing Center for Quality Assessment and Standardization of Feeds
of the Federal Scientific Center «FWRC FPA»
E-mail: vniikormov@mail.ru

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

Page makeup and design
N. Georgiadi

Registration Certificate
ЭЛ № ФС77-41724 (20.08.2010)

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

СОДЕРЖАНИЕ

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОТБОРОВ ПРИ СЕЛЕКЦИИ ЛЮПИНА ЖЕЛТОГО УНИВЕРСАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ	6–13
Драганская М.Г., Адамко В.Н. <i>Новозыбковская СХОС – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»</i>	
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ЛЮЦЕРНЕ В СЕЛЕКЦИОННОМ ПИТОМНИКЕ.....	14–24
Ломов М.В. <i>ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»</i>	
РАЗРАБОТКА ЭКСПРЕСС-МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ САХАРОВ В ЗЕЛЕНОЙ МАССЕ ЛЮЦЕРНЫ	25–32
Степанова Г.В., Клименко В.П., Шабля А.С. <i>ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»</i>	
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ НА ОСУШЕННОЙ ТОРФЯНОЙ ПОЧВЕ В УСЛОВИЯХ ВОЛГО- ВЯТСКОГО РЕГИОНА.....	33–41
Смирнова А.В.^{1, 2} ¹ Кировская ЛОС — филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», ² ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ	
ПРОВОКАЦИОННЫЕ ФОНЫ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ КИСЛОТОУСТОЙЧИВЫХ ГЕНОТИПОВ ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР, КЛЕВЕРА И ЛЮЦЕРНЫ	42–54
Ионов А.А. <i>ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»</i>	
ХАРАКТЕРИСТИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ЗАГОТОВКИ КОРНАЖА	55–66
Косолапова В.Г., Чеминава Е.М., Чудотворова В.Н. <i>ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, кафедра кормления животных</i>	
МНОГОЛЕТНИЕ ТРАВЫ В КРЕСТЬЯНСКО-ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВАХ ЛЕСНОЙ ЗОНЫ	67–78
Шпаков А.С. <i>ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»</i>	
ПАМЯТИ УЧЕНОГО. Г.П. Кутузов	79–80

CONTENT

EFFICIENCY OF SELECTIONS IN BREEDING OF YELLOW LUPINE FOR UNIVERSAL USE.....	6–13
Draganskaya M.G., Adamko V.N. <i>Novozybkov Agricultural Experimental Station – branch of Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology</i>	
RESULTS OF RESEARCH ON ALFALFA IN BREEDING NURSERY	14–24
Lomov M.V. <i>Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology</i>	
DEVELOPMENT OF AN EXPRESS METHOD FOR DETERMINING SUGARS IN ALFALFA GREEN MASS.....	25–32
Stepanova G.V., Klimenko V.P., Shablya A.S. <i>Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology</i>	
COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE PRODUCTIVITY OF VARIOUS POTATO VARIETIES ON DRAINED PEAT SOIL IN THE CONDITIONS OF THE VOLGA- VYATKA REGION.....	33–41
Smirnova A.V.^{1, 2} ¹ <i>Kirov Meadow-Marsh Experimental Station – branch of the Federal Scientific Center "VIK named after V.R. Williams"</i> ² <i>Vyatka State Agrotechnological University</i>	
PROVOCATIVE BACKGROUNDS FOR HIGHLIGHTING ACID-RESISTANT GENOTYPES OF CEREALS, CLOVER AND ALFALFA.....	42–54
Ionov A.A. <i>Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology</i>	
CHARACTERISTICS AND TECHNOLOGY OF SNAPLAGE PREPARATION	55–78
Kosolapova V.G., Cheminava E.M., Chudotvorova V.N. <i>Russian Timiryazev State Agrarian University, Department of Animal Nutrition</i>	
PERENNIAL GRASSES IN PEASANT FARMERS OF THE FOREST ZONE	67–78
Shpakov A.S. <i>Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology</i>	
IN MEMORY OF THE SCIENTIST. G.P. Kutuzov	79–80

УДК 367.1.631.527.3.34.5.52

DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2025-1-6-13

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОТБОРОВ ПРИ СЕЛЕКЦИИ ЛЮПИНА ЖЕЛТОГО УНИВЕРСАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ*

М.Г. Драганская, доктор сельскохозяйственных наук

В.Н. Адамко, кандидат сельскохозяйственных наук

*Новозыбковская СХОС – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»
243020, Россия, Брянская область, Новозыбковский г. о., п. Опытная станция
ngsos-vniia@yandex.ru*

EFFICIENCY OF SELECTIONS IN BREEDING OF YELLOW LUPINE FOR UNIVERSAL USE

M.G. Draganskaya, Doctor of Agricultural Sciences

V.N. Adamko, Candidate of Agricultural Sciences

*Novozybkov Agricultural Experimental Station – branch of Federal Williams
Research Center of Forage Production and Agroecology
243020, Russia, Bryansk region, Novozybkov district, p. Opytnaya stantsiya
ngsos-vniia@yandex.ru*

Анализ результатов селекции желтого люпина универсального типа использования показал, что в F_1 получены растения, степень фенотипического доминирования которых над средней величиной родительских форм отмечена по высоте в трех комбинациях (1,0–4,3 раза), по количеству бобов на главном цветоносе в шести — на 1,0–4,4 раза и всего бобов в 15 — на 1,0–10,5 раза. Доминантность по трем основным элементам структуры выявлена в комбинациях 17-20 и 22-20. В гибридах F_2 эффект устойчивого увеличения высоты растений наблюдался у семи гибридов при трансгрессии 7,1–23,6% и ее частоте 3,2–18,2%, по количеству бобов на главной кисти у 11 образцов и всего на растении у 12 при колебании трансгрессии от 9,5 до 37,8% и от 8,6 до 60,0% и частотой встречаемости таких растений 2,0–10,8% и 3,0–16,2%. По урожайности зерна (363–400 г/м²) и зеленой массы (5,55–5,75 кг/м²) в среднем за два года исследований (2023 и 2024 гг.) выделились гибриды универсального типа использования 11-20-52_{2с}, 22-20-20_{4д} и 17-20-16_{4в}, которые превысили лучшие родительские формы соответственно на 60–150 г/м² и 0,40–0,60 кг/м². Гибриды 16-20-17_{4в} и 24-20-155_{2с} более продуктивны по зеленой массе: 5,95 и 5,85 кг/м², а 3-20-38_{2а} — по урожайности зерна: 375 г/м².

Ключевые слова: люпин желтый, гибридизация, доминирование, трансгрессия, полевой структурный анализ, отбор, наследуемость, урожайность зерна и зеленой массы.

* Научные исследования проводятся в рамках выполнения тематики государственного задания «Вывести новые сорта сельскохозяйственных культур (кормовых, аридных, зерновых и зернобобовых, плодовых и масличных), адаптированных к различным почвенно-климатическим условиям Российской Федерации и отличающихся высокой устойчивостью к основным заболеваниям и к местным неблагоприятным условиям среды, на основе использования существующих и вновь создаваемых методов получения исходного материала с заданными свойствами (FGGW-2025-0002)».

Analysis of the results of selection of yellow lupine of universal use type showed that in F_1 plants were obtained the degree of phenotypic dominance of which over the average value of parental forms was noted by height in 3 combinations (1.0–4.3 times), by the number of beans on the main peduncle in 6 — by 1.0–4.4 times and total beans in 15 by 1.0–10.5 times. Dominance by three main elements of the structure was revealed in combinations 17-20 and 22-20. In F_2 hybrids the effect of stable increase in plant height was observed in seven hybrids with transgression of 7.1–23.6% and its frequency of 3.2–18.2%, by the number of beans on the main brush in 11 samples and the total number on the plant in 12 with transgression fluctuations from 9.5 to 37.8% and from 8.6 to 60.0% and the frequency of occurrence of such plants of 2.0–10.8% and 3.0–16.2%. In terms of grain yield ($363\text{--}400\text{ g/m}^2$) and green mass ($5.55\text{--}5.75\text{ kg/m}^2$) on average over two years of research (2023 and 2024), the universal hybrids 11-20-52_{2c}, 22-20-20_{4d} and 17-20-16_{4v} stood out, exceeding the best parental forms by $60\text{--}150\text{ g/m}^2$ and $0.40\text{--}0.60\text{ kg/m}^2$, respectively. Hybrids 16-20-17_{4v} and 24-20-155_{2c} are more productive in terms of green mass: 5.95 and 5.85 kg/m^2 , and 3-20-38_{2a} in terms of grain yield: 375 g/m^2 .

Keywords: yellow lupine, hybridization, dominance, transgression, field structural analysis, selection, heritability, grain and green mass yield.

Введение. Желтый люпин — одна из ценнейших бобовых культур с высоким содержанием белка, и Новозыбковская опытная станция начала исследования с ним в 1923 г. [1]. Известны были горькие сорта, используемые в качестве зеленого удобрения для песчаных почв, а зерно после удаления горечи различными способами применяли в животноводстве в качестве белковой кормовой добавки [2; 3]. Проводились селекционные исследования по созданию низко- и безалкалоидных сортов. К 1938 г. были выведены малоалкалоидные сорта [1; 2], которые к 1940 г. размножались на 2000 га на дерново-подзолистых песчаных почвах Брянской области. Позднее созданы новые сорта с меньшей алкалоидностью, с нарастающими бобами и лучшим сочетанием других хозяйственно ценных качеств: Малоалкалоидный 3, Быстрорастущий 4, Быстрорастущий 81, Скороспелый 5 [1; 4; 5].

Роль желтого люпина универсального типа использования в современном земледелии на дерново-подзолистых песчаных почвах резко возросла в связи с ухудшением их плодородия. Люпин

как активный азотфиксатор аккумулирует от 100 до 400 кг биологического азота, что обеспечивает экономию невозобновляемых источников энергии и сохраняет окружающую среду от загрязнения. С пожнивно-корневыми остатками в почве остается до 10–12 т/га органического вещества, фосфора 30–40 кг и до 60 кг калия [6; 7; 8].

Желтый люпин универсального типа использования — высокобелковая, сравнительно дешевая кормовая культура, способная давать до 1,5–2,0 т/га зерна и 30,0–40,0 т/га зеленой массы с содержанием белка свыше 40% и 2,8% соответственно [6; 7; 8].

За последние годы Государственной комиссией по охране селекционных достижений НСХОС были выданы патенты на сорта Дружный 165, Новозыбковский 100 и Антей, которые относительно устойчивы к вирусному израстанию, высокоустойчивы к фузариозу и антракнозу [9; 10].

Целью исследований является создание путем реципрокного скрещивания нового гибридного материала люпина желтого, обладающего высокой продук-

тивностью по зерну и зеленой массе, устойчивого к заболеваниям с учетом климатических условий окружающей среды.

Методика и условия проведения исследований. Исследования проводились в 2021–2024 гг. на полях лаборатории селекции и семеноводства Новозыбковской СХОС, расположенной в юго-западной части Брянской области. Почва дерново-подзолистая песчаная, обладает высокой водопроницаемостью, с низким содержанием гумуса (1,0–1,3%), высоким — подвижного фосфора (240–260 мг/кг) и очень низким — обменного калия (40–70 мг/кг), реакция почвенного раствора слабокислая.

Гибридный материал получен путем скрещивания сортов местной селекции в 2020 г. Дружный 165, Новозыбковский 100 (Н-100) и 16 образцов, а также иностранных Mister и Lord. Получено 362 зерна и из них 136 семян без расщепления по окраске, которая свойственна материнской форме. Исследования начаты с закладки питомника F_1 с последующим изучением полученного материала в F_2 , F_3 и F_4 соответственно на площади 0,5 и 1 м² с нормой высева 52 зерна на 1 м² вместе с родительскими формами. В F_1 и F_2 проводили полевой структурный анализ каждого растения, прочистку от болезней, определяли алкалоидность по листу с помощью реактива Бухарда, браковку. В F_3 и F_4 — аналогичные наблюдения и учет урожайности зерна, зеленой массы по высоте люпина.

Определяли доминирование, трансгрессию и частоту ее встречаемости, наследуемость основных показателей структуры.

Доминирование в F_1 по формуле:

$$D = \frac{F_1 - \text{хрод}}{Hr - \text{хрод}},$$

где F_1 — лучший гибрид, Hr — лучшая родительская форма, хрод — средняя величина количественного признака обеих родительских форм.

Трансгрессию в F_2 по формуле:

$$Tr = \frac{(Mf - Mp)}{Mf} = \%,$$

где Mf — лучший количественный признак гибрида, Mp — аналогичный признак лучшей родительской формы.

Частота трансгрессии — процент особей в F_2 , превышающих признак у лучшей родительской формы.

Наследуемость основных параметров структурного анализа — методом дисперсионного анализа.

При вегетации люпина наблюдались неблагоприятные условия в фазы цветения и налива зерна в 2022 г. (гидротермический коэффициент увлажнения — ГТК — 0,5 и 0,6) и в 2024 г. (ГТК 0,6 и 0,2). Значительное количество осадков в 2021 г. (457 мм за вегетацию относительно 312,4 мм средних многолетних) и недостаток их при цветении (ГТК 0,5) не способствовали росту и развитию люпина, что отрицательно сказалось на структуре и урожайности зерна и зеленой массе (табл. 1).

Оптимальным оказался 2023 г., когда во время цветения и налива зерна ГТК составлял 1,5–1,7 единиц, при созревании (август) — 0,9. Статистическую обработку данных проводили по методике полевого опыта (1985) Б.А. Доспехова.

1. Климатические условия за вегетацию 2021–2024 гг.

Показатель	Год	Месяц					За вегетацию	
		IV	V	VI	VII	VIII	t, °C	осадки, мм
ГТК	2021	–	2,9	0,5	1,4	2,1	18,1	457,0
	2022	0,9	1,0	0,5	1,2	0,6	17,4	314,0
	2023	2,2	0,6	1,5	1,7	0,9	17,9	348,0
	2024	2,9	0,9	1,2	0,6	0,2	19,4	321,0
	Среднее многолетнее	1,2	1,1	1,3	1,2	1,2	16,0	312,4

Результаты исследований и их об-суждение. Для создания высокопродуктивных сортов желтого люпина универсального типа использования для зоны легких почв дерново-подзолистого типа в 2020 г. проведен ряд реципрокных скрещиваний с привлечением лучших родительских форм местной селекции. Полученное зерно в F₀ высевали в гибридном питомнике F₁, где наблюдалось доминирование гибридов (1,0–4,3 раза) над лучшей величиной родительских форм по высоте 2–17 см в комбинациях 17-20 и 22-20, по количеству бобов на главном цветоносе и всего на растении на 1–7 и 1–17 шт. при степени доминирования соответственно 1,1–4,4 и 1,0–10,5 раз в комбинациях 16-20, 17-20, 22-20 и 24-20.

Эффект увеличения наследуемого признака высоты растений получен в гибридах F₂ комбинаций 16-20_{2c} и 16-20_{4в} — 13,6 и 16,9%, 17-20_{4в} — 8,5%, 22-20_{2c} и 22-20_{4d} — 23,6 и 12,7%, 24-20_{2c} — 12,5%.

Частота трансгрессии высоты растений в объеме анализируемых гибридов F₂ разная и варьировала от 3,0 до 24,3% с большим показателем данной величины у образцов комбинации 16-20_{4в} (18,2%), 22-20_{4d} и 24-20_{2c} (17,6%). Выявлена закономерность: при большей трансгрессии наблюдалась меньшая частота

встречаемости растений выше лучшей родительской формы.

Трансгрессия по количеству бобов на главной кисти отмечена во всех комбинациях в пределах 9,5–41,2% с лучшими показателями у гибридов 16-20_{2c} и 16-20_{4в} (41,2–35,3%), 24-20_{2c} (37,5%), 17-20_{2c} и 17-20_{4в} (17,6 и 29,4%) при наличии таких растений от 3,0 до 10,8%. У гибридов 3-20, 9-20 и 11-20 в F₁ при неполном доминировании (0,6–0,8) количества бобов на главном цветоносе и полном (1,0–1,7) всего бобов на растении в F₂ установлена трансгрессия соответственно 11,1–18,8% и 22,7–52,4% при количестве таких растений 2–6% и 1–8%. Относительно лучших родительских форм превышение количества бобов всего на растении у гибридного материала F₂ составило 8,6–60,0%. Выделились образцы комбинации 3-20_{2a} (52,4%), 9-20_{4в} (42,5%), 16-20_{4в} (48,6%), 17-20_{2c} (60,0%), 22-20_{2c} и 4d (41,1 и 47,0%) и 24-20_{2c} (34,6%) с частотой встречаемости от 2,2 до 16,2%.

В питомнике третьего поколения у отобранных перспективных номеров провели учет урожайности зерна, которая колебалась от 290 до 480 г/м², тогда как у лучших родительских форм данный показатель ниже на 14–27%.

Высокий коэффициент корреляции (0,82–0,93) между высотой растений люпина и урожайностью зеленой массы у родительских форм в питомнике гибридизации и с учетом роста гибридов в F_3 позволили определить величину урожайности зеленой массы, которая в среднем составила $5,3 \text{ кг/м}^2$ без существенных колебаний ($5,1\text{--}5,5 \text{ кг/м}^2$), у родительских форм она изменялась от 4,6

до $6,0 \text{ кг/м}^2$, но в среднем — ниже на $0,6 \text{ кг/м}^2$.

Высокая урожайность зерна в F_3 связана с хорошей наследуемостью по бобам на главной кисти у образцов: 3-20-38_{2a}, 11-20-52_{2c}, 22-20-25_{4d}, 24-20-28_{2c} и 24-20-155_{2c}.

Коэффициент наследуемости по данному компоненту составлял $h^2 = 0,38$ (табл. 2).

2. Урожайность зерна и зеленой массы желтого люпина

Образец	Урожайность зерна, г/м^2		Урожайность зеленой массы, кг/м^2	
	F_3/F_4		F_3/F_4	
	гибрид	лучшая родительская форма	гибрид	лучшая родительская форма
3-20-38 _{2a}	420/330	350/260	5,1/5,2	4,7/4,8
9-20-73 _{4b}	400/270	250/180	5,3/5,6	4,9/5,4
11-20-52 _{2c}	480/320	260/244	5,3/5,8	5,0/5,3
16-20-55 _{2c}	390/330	330/310	5,1/5,4	5,7/5,9
16-20-17 _{4b}	390/330	330/310	5,5/6,4	6,0/5,7
17-20-13 _{2c}	400/330	340/310	5,2/5,5	5,7/5,9
17-20-16 _{4b}	400/370	340/310	5,4/6,3	6,0/5,9
22-20-13 _{2c}	290/260	260/220	5,4/5,9	5,0/5,2
22-20-20 _{4d}	440/340	250/230	5,5/5,9	5,0/5,2
22-20-25 _{4d}	430/295	250/230	5,4/6,1	5,0/5,2
24-20-28 _{2c}	380/270	290/223	5,5/5,9	5,9/5,7
24-20-155 _{2c}	430/260	290/223	5,4/6,3	5,2/5,7

По количеству бобов на растении у восьми номеров сохранилось превышение над лучшей родительской формой на 7–20 шт. за счет более мощного бокового ветвления, в том числе с бобами. Наследуемость наблюдалась в номерах 9-20-73_{4b}, 11-20-52_{2c}, 16-20-55_{2c}, 17-20-13_{2c},

17-20-16_{4b}, 22-20-20_{4d}, 24-20-28_{2c}, 11-20-52_{2c} и 17-20-16_{4b} с коэффициентом $h^2 = 0,70$ (табл. 3).

Номера в F_4 с трансгрессией по высоте превышали лучшую родительскую форму на 2–9 см, отбор растений по этому признаку обусловлен наследственной

изменчивостью и на данном этапе исследований он более эффективен у образцов 16-20-17_{4в} (+9 см), 22-20-13_{2с} (+7 см), 22-20-20_{4д} (+6 см).

У гибридов F₄ урожайность зеленой массы выросла на 2–17% с лучшими показателями у номеров 17-20-16_{4в}, 22-

20-25_{4д}, 16-20-17_{4в} и 24-20-155_{2с}. Наблюдалось ее увеличение и у десяти родительских форм на 2–12%. В среднем у гибридов урожайность зеленой массы увеличилась на 9,4%, у родительских форм — на 6,2% относительно F₃.

3. Структурный анализ гибридного материала люпина желтого за 2022–2024 гг.

Высота растения, см			Количество бобов на главной кисти, шт.			Всего бобов, шт.			*Всего ветвей, шт.		
2022 г.	2023 г.	2024 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
3-20-38 _{2а}											
54	52	56	22	20	20	50	49	60	6/5	6/4	8/6
11-20-52 _{2с}											
50	55	58	22	22	23	54	53	57	8/5	8/6	7/5
16-20-17 _{4в}											
50	56	59	23	22	23	30	42	51	7/4	7/6	7/5
17-20-16 _{4в}											
52	54	55	22	21	21	37	45	53	8/7	8/6	5/5
22-20-20 _{4д}											
50	55	56	23	22	22	50	48	56	8/6	8/6	8/6
24-20-155 _{2с}											
55	54	56	22	22	22	39	50	61	8/5	8/6	8/6
16-20-55 _{2с}											
55	55	58	24	23	23	38	51	62	7/5	7/6	6/6

*Всего ветвей/ветви с бобами.

Урожайность зерна гибридов F₄ люпина желтого ниже на 7–40%, у родительских форм — на 6–25%. У номеров 16-20-55_{2с}, 16-20-17_{4в}, 17-20-13_{2с}, 17-20-16_{4в} и 22-20-13_{2с} она уменьшилась на 7–17%, а у семи гибридов 3-20-38_{2а}, 9-20-73_{4в}, 11-20-52_{2с}, 22-20-20 и 25_{4д} и 24-20-28 и 155_{2с} — на 22–40%. Видимо, под воздействием комплекса внутренних и внешних условий у части гибридов получено нестойкое доминирование и трансгрессия, когда генотипические и внешние условия изменяют один и тот же аллель от доминантного до рецессив-

ного и наоборот. Кроме того, в большинстве комбинаций растения высокорослые, а коэффициент корреляции между высотой и урожайностью зерна отрицательный ($r = -0,50$). На снижение урожайности зерна у гибридов и родительских форм в F₄ оказали засушливые условия 2024 г. при его наливе (ГТК 0,6), тогда как в 2023 г. аналогичный период (июль) отличался выпадением осадков (104 мм) при ГТК 1,7.

Заключение. За два года исследований (2023 и 2024) наилучшая сочетаемость урожайности зерна (363–400 г/м²)

и зеленой массы (5,55–5,75 кг/м²) отмечена у гибридов 11-20-52_{2с}, 17-20-16_{4в} и 22-20-20_{4д}, относящихся к универсальному типу использования и превысивших родительские формы соответственно на 60–150 г/м² и 0,4–0,6 кг/м².

Дальнейшие исследования в питомниках испытания потомств будут продолжены со всеми гибридами, так как определилось различное их использование: номера 16-20-17_{4в} и 24-20-155_{2с} высокоурожаины по зеленой массе (5,95

и 5,85 кг/м²) и ниже по зерну (360–343 г/м²). Образец 3-20-38_{2а} зернового направления обеспечил получение 375 г/м² зерна, при этом урожайность зеленой массы была в пределах 5,0 кг/м². Промежуточные результаты селекции люпина желтого универсального типа использования свидетельствуют о перспективности полученного исходного материала для создания новых сортов, которые отличаются высокой урожайностью зерна и зеленой массы.

Литература

1. Саввичев К.И. Направление, задачи и методы селекции желтого кормового люпина // Селекция, семеноводство и приемы возделывания люпина : сб. статей. – Орел, 1974. – С. 187–198.
2. Духанин А.А. Люпин несет плодородие пескам. – Тула : Приокское книжное изд-во, 1977. – 120 с.
3. Алексеев Е.К. Однолетние кормовые люпины. – М. : Колос, 1968. – 255 с.
4. Задорожная Г.А. Результаты государственного испытания и районирование сортов люпина. – Орел, 1974. – С. 268–273.
5. Лихачев Б.С. Константин Иванович Саввичев и селекция люпина на Брянщине // Саввичевские научные чтения : сб. статей. – Брянск, 2003. – С. 3–17.
6. Лихачев Б.С., Новик Н.В. Биологический потенциал люпина желтого и возможности селекционного повышения уровня его реализации // Люпин – его возможности и перспективы : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 25-летию со дня основания Всероссийского научно-исследовательского института люпина. – Брянск : Читай-город, 2012. – С. 119–125.
7. Лихачев Б.С., Новик Н.В., Якушев А.С. О возможности возрождения культуры люпина желтого // Кормопроизводство. – 2011. – № 4. – С. 24–25.
8. Саввичева И.К. Направления, методы и результаты селекции желтого люпина на Новозыбковской опытной станции // Саввичевские научные чтения : сб. статей. – Брянск, 2003. – С. 18–28.
9. Саввичева И.К. О наследовании отдельных признаков у гибридов желтого люпина // Повышение производительности песчаных почв : сб. науч. трудов, вып. IV. – Брянск, 1976. – С. 203–207.
10. Лищенко П.Ю. Новый сорт желтого люпина Антей // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : Материалы Международного конгресса по кормам, посвященного 100-летию ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса». – Лобня, 2022. – С. 97–102.

References

1. Savvichev K.I. Napravleniye, zadachi i metody selektsii zheltogo kormovogo lyupina [Direction, tasks and methods of selection of yellow fodder lupine]. *Selektsiya, semenovodstvo i priemy vozdelevaniya lyupina : sb. statey* [Selection, seed production and methods of cultivation of lupine: collection of articles]. Orel, 1974, pp. 187–198.
2. Dukhanin A.A. Lyupin neset plodorodiye peskam [Lupine brings fertility to the sands]. Tula, Priokskoye knizhnoye izdatel'stvo Publ., 1977, 120 p.

3. Alekseev E.K. Odnoletniye kormovyye lyupiny [Annual fodder lupines]. Moscow, Kolos Publ., 1968, 255 p.
4. Zadorozhnaya G.A. Rezul'taty gosudarstvennogo ispytaniya i rayonirovaniye sortov lyupina [Results of state testing and zoning of lupine varieties]. Orel, 1974, pp. 268–273.
5. Likhachev B.S. Konstantin Ivanovich Savvichev i selektsiya lyupina na Bryanshchine [Konstantin Ivanovich Savvichev and lupine selection in the Bryansk region]. *Savvichevskiy nauchnyye chteniya: sb. statey* [Savvichev scientific readings: collection articles]. Bryansk, 2003, pp. 3–17.
6. Likhachev B.S., Novik N.V. Biologicheskiy potentsial lyupina zheltogo i vozmozhnosti selektsionnogo povysheniya urovnya yego realizatsii [Biological potential of yellow lupine and possibilities of selection to increase the level of its implementation]. *Lyupin – yego vozmozhnosti i perspektivy : Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 25-letiyu so dnya osnovaniya Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta lyupina* [Lupine – its possibilities and prospects: Proceedings of the International scientific and practical conference dedicated to the 25th anniversary of the foundation of the All-Russian Research Institute of Lupine]. Bryansk, Chitay-gorod Publ., 2012, pp. 119–125.
7. Likhachev B.S., Novik N.V., Yakushev A.S. O vozmozhnosti vozrozhdeniya kul'tury lyupina zheltogo [On the possibility of reviving the yellow lupine culture]. *Kormoproizvodstvo* [Forage production], 2011, no. 4, pp. 24–25.
8. Savvicheva I.K. Napravleniya, metody i rezul'taty selektsii zheltogo lyupina na Novozybkovskoy opytnoy stantsii [Directions, methods and results of yellow lupine selection at the Novozybkov experimental station]. *Savvichevskiy nauchnyye chteniya : sb. statey* [Savvichevskie scientific readings: collection of articles]. Bryansk, 2003, pp. 18–28.
9. Savvicheva I.K. O nasledovanii otchel'nykh priznakov u gibridov zheltogo lyupina [On the inheritance of individual traits in yellow lupine hybrids]. *Povysheniye proizvoditel'nosti peschanykh pochv : sb. nauch. trudov, vyp. IV* [Increasing the productivity of sandy soils: collection of scientific papers, issue IV]. Bryansk, 1976. pp. 203–207.
10. Lishchenko P.Yu. Novyy sort zheltogo lyupina Antey [New variety of yellow lupine Antey]. *Mnogofunktsional'noye adaptivnoye kormoproizvodstvo : Materialy Mezhdunarodnogo kongressa po kormam, posvyashchennogo 100-letiyu FNTS «VIK im. V.R. Vil'yamsa»* [Multifunctional adaptive forage production: Proceedings of the International Congress on Forages dedicated to the 100th anniversary of the V.R. Williams Federal Scientific Center]. Lobnya, 2022, pp. 97–102.

УДК 631/635

DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2025-1-14-24

РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ЛЮЦЕРНЫ В СЕЛЕКЦИОННОМ ПИТОМНИКЕ*

М.В. Ломов, кандидат сельскохозяйственных наук

ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»

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

lomoffmix@mail.ru

RESULTS OF RESEARCH ON ALFALFA IN BREEDING NURSERY

M.V. Lomov, Candidate of Agricultural Sciences

Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology

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

lomoffmix@mail.ru

В Российской Федерации одной из основных важнейших бобовых кормовых культур является многолетняя люцерна (*Medicago sativa* L., *Medicago varia* Mart., *Medicago falcata* L., *Medicago borealis* Grossh., *Medicago quasifalcata*). Научные исследования с данной культурой в условиях Нечерноземной зоны России проводились на дерново-подзолистых почвах (ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса») в селекционных питомниках. Основная цель нашей работы: провести оценку исходного материала, выявить перспективные номера и включить их в дальнейший селекционный процесс. Такие биотипы должны обладать хорошей приспособленностью к почвенно-климатическим условиям Центральной Нечерноземной зоны Подмоскovie, отличаться дружным и ранним отрастанием, продуктивным долголетием, устойчивостью к корневым гнилям и другим болезням культуры. Были отобраны на изучение образцы люцерны изменчивой, желтой и др. в количестве 61 номера. В качестве стандарта использованы сорта люцерны селекции ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» Вега 87 и Находка. В статье приводятся показатели зимостойкости, облиственности растений, время наступления фаз развития люцерны, высота новых образцов в первом селекционном питомнике. Изучение фаз развития новых гибридов люцерны показало, что отрастание в весенний период и цветение оказались близкими между образцами и стандартным сортом Вега 87 (отличия составляли 2–4 дня). Перспективные образцы будут использоваться в дальнейшей научной работе при создании нового сорта многолетней люцерны для дерново-подзолистых почв Нечерноземной зоны России, конкретно для условий Московской области, где в зимний период часто бывают оттепели, а летом — циклонические проливные дожди.

Ключевые слова: люцерна, сорт, гибриды, фазы развития, высота растений, облиственность.

*Исследования проводятся в рамках выполнения тематики государственного задания «Вывести новые сорта сельскохозяйственных культур (кормовых, аридных, зерновых и зернобобовых, плодовых и масличных), адаптированных к различным почвенно-климатическим условиям Российской Федерации и отличающихся высокой устойчивостью к основным заболеваниям и к местным неблагоприятным условиям среды, на основе использования существующих и вновь создаваемых методов получения исходного материала с заданными свойствами (FGGW-2025-0002)».

In the Russian Federation, one of the main important legume fodder crops is perennial alfalfa (*Medicago sativa* L., *Medicago varia* Mart., *Medicago falcata* L., *Medicago borealis* Gross., *Medicago quasifalcata*). Studies with this crop were conducted in breeding nurseries in the Non-Chernozem zone of Russia on sod-podzolic soils (V.R. Williams Scientific Research Center). The purpose of scientific research is to evaluate the source material, identify and involve in the further breeding process new biotypes and individuals that have shown good adaptability to the soil and climatic conditions of the Central Non-Chernozem zone of the Moscow region, with early and friendly growth, productive longevity, good resistance to alfalfa root rot and other crop diseases. Samples of alfalfa, changeable, yellow, etc., in the amount of 61 numbers, were selected for study. The alfalfa varieties of the V.R. Williams Federal Research Center Vega 87 and Nakhodka were used as the standard. This article provides indicators of winter hardiness, foliage of plants, the time of onset of alfalfa development phases, and the height of new samples in the first breeding nursery. The new alfalfa hybrids studied by development phases: spring regrowth and flowering turned out to be close and the differences were 2–4 days from the standard Vega 87 variety. The best examples of alfalfa are variable, yellow, etc. We will use it when creating a new variety of perennial alfalfa for sod-podzolic soils of the Non-Chernozem zone of the Russian Federation, specifically for the conditions of the Moscow region, where thaws are common in winter and cyclonic torrential precipitation in summer.

Keywords: alfalfa, variety, hybrids, development phases, plant height, foliage.

Введение. К.А. Тимирязев считал, что введение в культурное земледелие таких бобовых трав, как люцерна многолетняя, клевер красный, розовый, белый, лядвенец рогатый и др. является одним из важных приобретений человечества [1]. Он писал: «...едва ли в истории найдется много открытий, которые были бы таким благодеянием для человечества, как это включение клевера и вообще бобовых растений в севооборот, так поразительно увеличившее производительность труда земледельца». Бобовые травы обладают высокой кормовой продуктивностью, долголетием, хорошим набором биохимических и минеральных веществ, которые так необходимы для роста и хорошей продуктивности животных. Кроме того, бобовые травы, по мнению многих ученых, улучшают плодородие тяжелых, песчаных и других мало пригодных для возделывания сельскохозяйственных культур почв. Повышение плодородного слоя происходит за счет пожнивных и корневых растительных остатков, на которых обитают клубень-

ковые бактерии, обогащающие почву азотом. По данным Kang et al. [2], корневая система люцерны усваивает азот из воздуха и обогащает им почву за счет клубеньковых бактерий. На корнях люцерны, по данным А.Г. Орловой [3], в фазу цветения насчитывается от 52–57 до 68–70 штук активных клубеньков на одно растение, из которых 43–60% отличаются повышенным содержанием метгемоглобина.

Основной корень люцерны покрыт большим количеством корневых волосков и клубеньков, которые заполнены азотфиксирующими бактериями. Его разрастание происходит за счет многочисленных боковых ответвлений, на мелких корнях и развиваются клубеньковые бактерии. Кислые, засоленные, тяжелые дерново-подзолистые почвы, торфяно-болотные и непроницаемые почвы, в которых в верхнем слое или подпочве застаивается вода, малопригодны для возделывания люцерны. Корневая система люцерны на таких почвах размещается в основном в верхних го-

ризонтах, слабо развивается, мало образуются клубеньковых бактерий, а это снижает азотфиксирующую деятельность.

Многолетняя люцерна как кормовая культура известна с древнейших времен, примерно с 3,5–7 тыс. лет [4]. Использование ее как кормового растения осуществлялось во многих регионах Древнего мира в разное время (Древнейший Иран, Передняя Азия и т. д.). В настоящее время эта культура считается одной из самых важных в сельскохозяйственном производстве. Она высевается более чем в 80 странах мира. Английское название люцерны «alfa-alfa» означает «первая-первая». За ее кормовые достоинства люцерну называют королевой кормовых трав, так как она дает высокобелковый корм, богатый всеми необходимыми для животных и птиц витаминами. Люцерна отличается высоким содержанием провитамина А (каротина), витаминов (В₁, В₂, D, E, K, C, PP), микроэлементов (марганец, молибден, медь и др.) с качественным составом аминокислот и разнообразными минеральными веществами (кальций, фосфор, сера) и солями [5].

В Российской Федерации, где много различных природно-климатических зон и различных типов почв, нет возможности иметь универсальные сорта люцерны, которые были бы пригодны для всех регионов страны. Это заставляет проводить селекционные исследования для создания новых ее сортов, которые могут произрастать в различных зонах и на различных почвах: тяжелых дерново-подзолистых, песчаных, кислых, засоленных и других [6]. Изучение данной культуры необходимо для получения результатов акклиматизации растений, ис-

пользования мер биологической защиты в сельском хозяйстве, оценки устойчивости сообществ и экосистем.

Селекция люцерны наряду с сохранением и повышением кормовой продуктивности направлена и на увеличение ее устойчивости к таким абиотическим стрессам, как зимостойкость, кислотостойкость, засухо- и солеустойчивость, почвенное переувлажнение и т. д. Абиотические факторы подразделяются на химические (химический состав почвы, воды, атмосферы) и физические (температура и влажность почвы и воздуха). Строение поверхности, геологические и климатические различия создают огромное разнообразие абиотических факторов, которые играют различную роль в жизни приспособившихся к ним новых растений и микроорганизмов. При акклиматизации растений основное значение имеют климатические факторы (температура и влажность воздуха, количество и распределение осадков, световой режим, условия перезимовки и др.), тип почвы, состав ее микрофлоры, а также особенности самих растений [7].

Обоснование исследований. Многолетняя люцерна возделывается в нашей стране давно, в основном в степных южных районах России. Для Нечерноземной зоны, в частности для Подмосковья, это относительно новая культура, но, благодаря селекционным исследованиям, посевы люцерны уже достигают почти 60-ти с лишним градусов северной широты.

Для Нечерноземной зоны Российской Федерации характерно наличие дерново-подзолистых почв с избыточным содержанием подвижных форм марганца, алюминия, ионов водорода.

В начальный период развития люцерны кислотность почв значительно ослабляет микробиологическую активность клубеньковых бактерий, что сказывается на урожайности кормовой массы. Количество алюминия в 2–3 мг на 100 г почвы уже существенно сдерживает рост и развитие растений [8].

Основная цель наших исследований — создание таких сортов люцерны, которые бы климатически и экологически были пригодны для разных условий произрастания даже в наших северных широтах. Для улучшения существующих сенокосов и пастбищ зоны необходимы сорта люцерны, обладающие такими хозяйственными признаками, как засухоустойчивость, морозоустойчивость, устойчивость к засолению почвы, многократному скашиванию и скармливанию, болезням и вредителям культуры [9].

Зимостойкость — одно из главных направлений селекции люцерны. В условиях Нечерноземной зоны растения люцерны должны выдерживать в зимний период температуру до -35°C и ниже при высоте снежного покрова около 30–50 см и выше. Зимостойкость травостоев люцерны зависит от времени посева, проведения последнего укоса и подготовленности растений к перезимовке. Отмечается, что холодоустойчивые растения являются и более засухоустойчивыми. В условиях Центрального района Нечерноземной зоны в зимний период в результате довольно сильного влияния масс морского воздуха на климат Подмосковья, высока вероятность зимних оттепелей, а в летний сезон — обложных, циклонических, временами большой длительности дождей [9].

Считается, что до 60-ти градусов се-

верной широты в части европейской зоны люцерну можно высевать. Но в последние годы проявились серьезные региональные и локальные изменения климата. Климат в России, по исследованиям Росгидромета, потеплел на $0,76^{\circ}\text{C}$, что больше, чем климат всей Земли в целом [8]. Знание биологии и физиологии люцерны позволяет предложить такие приемы агротехники, которые повысят ее кормовую и семенную продуктивность.

Методы изучения люцерны. В работе использовались сложногобридные популяции, гибриды и сорта люцерны, созданные в ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса». При заложении опытов и проведении наблюдений и учетов использовали следующие научные разработки: «Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами» [10]; «Методические рекомендации по агротехнике возделывания люцерны на корм и семена» и др. [11].

В 2021 г. провели посев новых образцов люцерны многолетней в трех селекционных питомниках в количестве 61 номера. Исследования проводились в селекционном севообороте в полевых условиях. Почва опытного участка дерново-подзолистая, тяжелосуглинистая, с общей влагоемкостью 41%, с плотностью $2,6 \text{ г/см}^3$, полевая влагоемкость составляет 30%. Глубина пахотного горизонта — 20–22 см. Почва опытного участка имела $\text{pH} = 6,2$.

Результаты исследований. В статье приводятся данные, полученные в питомнике, где изучали 31 образец люцерны изменчивой, желтой и т. д., созданных в ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» с учетом генетической разнокачественно-

сти. Многолетняя изменчивая люцерна возникла в результате естественного и принудительного скрещивания между синими и желтыми видами, и от преобладания родительских признаков новые образцы относятся к синегибриднему, сине-пестрогибриднему и пестрогибриднему сортотипу.

Погодные условия 2021–2022 гг. были благоприятными для роста и развития люцерны, особенно для семеноводческих исследований. Условия перезимовки растений в зимний период 2022–2023 гг. были неплохие, но иногда отмечались и оттепели, которые негативно сказывались на условиях перезимовки, особенно молодых посевов люцерны. Вегетационный период характеризовался обильными осадками, которые неравномерно выпадали и вызвали израстание посевов люцерны. В зимний период 2023–2024 гг. выпало много снега. Его высота составила 55–60 см. Снег выпал неравномерно. В январе — 46,8 см, в феврале — 44,1 см, в марте — 11,26 см и апреле — 43,3 см. Основная часть снега пришла на вторую декаду апреля, и с этого периода начался переход на положительные температуры.

В качестве стандарта использовали сорт люцерны Вега 87. Сорт характеризуется высокой зимостойкостью. Создан в ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» совместно с Московской селекционной станцией методом ступенчатой гибридизации трех сортообразцов с последующим отбором биотипов с высокой семенной продуктивностью и легким открытием цветков. Быстро и дружно отрастает после укосов.

У новых номеров изучали показатели зимостойкости, облиственности, время

наступления фаз развития, высоту, семенную продуктивность и другие показатели. В этот питомник были включены лучшие номера люцерны, выделившиеся в предыдущие годы исследований по необходимым хозяйственным и ценным признакам.

Четвертого августа 2021 г. провели посев новых образцов люцерны. Первые всходы отмечены 14 августа у номеров П-291, СГП-12, П-297, МН-340, П-66. На восемнадцатый день после посева всходы появились у последнего гибрида С-69. В зимний период 2021–2022 гг. растения ушли в хорошем, не переросшем состоянии.

Зимостойкость взятых на изучение образцов в 2022 г. колебалась от 78 до 98%. Самую высокую зимостойкость отметили у семи образцов: СГП-387, СГП-381, МН-340, СГП-502, СГП-47, ЛГ-3, Д-12. В условиях 2023 г. зимостойкость составила 80–98%, в 2024 г. — 82–98%. В среднем за три года самую низкую зимостойкость (85%) показали номера П-379, СГП-97, П-66 (табл. 1). Гибрид СГП-387 в среднем за три года исследований оказался самым зимостойким. Хорошая зимостойкость отмечена и у образцов С-381, П-8-1617, ФТ-8, С-4-1, С-41, Б-305, С-480, ЛГ-3, С-1, СГП-502, СГП-47, С-69, ЛГ-5, СГП-387(2), СГП-12(2), Д-12, СГП-387(3).

Листья люцерны составляют в урожае до 40–60%. Интенсивность фотосинтеза зеленых растений зависит от площади листовой поверхности. В листьях содержится до 20% и выше белка в сухом веществе. Методами селекции растений на повышение облиственности можно повысить в зеленом корме содержание белка и биологически актив-

ных веществ. В молодом возрасте растения люцерны имеют наибольшее количество листьев, следовательно, и протеина.

1. Характеристика гибридов люцерны в селекционном питомнике в среднем за 2022–2024 гг.

Образец	Зимостойкость, %	Облиственность, %	Даты фазы развития		Высота	
			отрастание	цветение	см	%
СГП-50-64	88	42,1	26.04	16.06	90	107,1
П-379	85	41,7	23.04	15.06	88	103,5
СГП-387	99	45,0	24.04	16.06	90	105,9
П-291	88	43,9	23.04	16.06	80	94,1
СГП-97	85	39,5	28.04	15.06	75	88,2
С-381	95	37,5	24.04	18.06	85	100,0
СГП-12	89	47,7	24.04	16.06	80	94,1
П-297	88	44,3	24.04	16.06	85	100,0
П-8-1617	90	43,3	23.04	17.06	82	96,5
П-285	90	44,1	25.04	16.06	85	100,0
ФТ-8	91	40,4	24.04	17.06	88	103,5
СГП-48	90	42,0	26.04	15.05	78	91,8
С-4-1	90	39,0	26.04	16.06	81	95,3
Б-305	91	41,0	26.04	18.06	83	97,7
С-41	91	43,2	25.04	16.06	79	92,9
МН-340	90	44,0	23.04	18.06	90	105,9
П-66	85	40,0	23.04	18.06	93	109,4
С-480	91	45,1	25.04	15.06	79	92,9
ЛГ-3	92	41,1	24.04	19.06	88	103,5
С-1	90	42,1	25.04	16.06	91	107,1
СГП-502	98	43,5	23.04	17.06	94	110,6
СГП-47	97	44,6	23.04	17.06	78	91,8
С-69	91	42,4	26.04	17.06	80	94,1
ЛГ-5	91	44,9	26.04	16.06	85	100,0
СГП-387(2)	93	42,1	24.04	15.06	85	100,0
П-97	89	46,0	24.04	15.06	88	103,5
СГП-12(2)	90	47,6	24.04	16.06	87	102,4
Д-12	98	40,7	24.04	17.06	89	104,7
Д-24	87	41,6	25.04	17.06	83	97,7
Д-11	88	45,2	25.04	18.06	87	102,4
СГП-387(3)	98	43,0	25.04	15.06	92	108,2
Вера 87, ст.	92	43,0	25.04	18.06	85	100,0
НСР ₀₅		2,2			3,1	

Облиственность люцерны в питомнике хорошая и составила в среднем за три года 37,5 (С-381) – 47,6% (СГП-12, СГП-12-2). У стандартного сорта Вега 87 — 43,0%. Гибриды С-4-1, С-381 и СГП-97 имели самые низкие показатели облиственности: 37,5–39,5%. Высокая облиственность растений обуславливает и хорошие кормовые качества люцерны.

Самое раннее весеннее отрастание в питомнике отмечено в среднем за период изучения у образцов П-291, МН-340, П-66, СГП-502 и СГП-47, что на два дня раньше, чем на контроле (23 апреля вместо 25 апреля). Наступление фазы цветения у семи популяций (П-379, СГП-97, СГП-48, С-480, СГП-387(2) и др.) наступило 15 июня, что также на два–три дня раньше, чем у остальных образцов и стандарта. Самая ранняя фаза цветения у гибрида ЛГ-3 в среднем за три года отмечена 19 июня.

По высоте растений в среднем за период наблюдений выделилось 14 номеров (СГП-50-64, П-379, СГП-387, ФТ-8, СГП-387(3), СГП-502, С-1 и др.), которые существенно превышали стандартный сорт Вега 87. Наиболее высокие растения отмечены у гибрида СГП-502 — 94 см, что на 10,6% выше стандарта Вега 87 (85 см). У популяции СГП-97 в среднем отмечена самая низкая высота растений — 75,0 см.

Данные по содержанию основных питательных веществ у новых гибридов люцерны в селекционном питомнике приводятся в таблице 2. Количество сухого вещества у новых образцов находилось на уровне стандарта, от 30,05 (СГП-502-2) до 33,37% (П-8-1617). У стандарта — 32,12%.

Содержание сырой клетчатки в зеле-

ном корме многолетней люцерны колебалось от 22,33 (СГП-12) до 35,38% (Д-12), хотя учет проводился в один день.

Содержание основных минеральных веществ с ростом и развитием растений снижается и увеличивается содержание клетчатки.

Количество сырого жира у номера П-297 составило 2,88%, что оказалось самым низким из всех образцов. Самое высокое количество сырого жира в зеленой массе отметили у гибридов ЛГ-3 — 6,99% и СГП-502-2 — 6,52%. Данные образцы превосходили контрольный вариант. У сорта Вега 87 количество сырого жира составило 4,10%.

По содержанию сырого протеина (16,9%) образец П-285 превысил все изучаемые гибриды люцерны и стандартный сорт. Самое низкое количество сырого протеина в зеленой массе 10,8% отмечено у гибрида П-291. На контрольном варианте (Вега 87) количество сырого протеина составило в среднем за период исследований 14,9%.

Содержание сырой золы в кормовой массе люцерны (10,10–11,10%) находилось на уровне стандарта у восьми образцов (П-379, СГП-387, СГП-97, СГП-502-2 и др.), ниже стандарта — у 18-ти (Д-12, ЛГ-5, МН-340, ЛГ-3(2), С-1(1), СГП-47 и др.).

По количеству фосфора и калия в зеленом корме образцы не существенно отличались друг от друга и контрольного варианта. Содержание фосфора составило 0,07 (СГП-502-2, ЛГ-5) – 0,15% (С-4-1, ЛГ-3, СГП-387), у стандарта — 0,14%. Количество калия на контроле составило 0,95%. Гибриды П-297 и ЛГ-3 содержали калия 1,14%, а образцы Д-11 и П-291 — 0,77–0,78%.

**2. Основные питательные вещества и их количество в зеленой массе
новых гибридов люцерны (среднее за 2023–2024 гг.), %**

Образец	Сухое вещество	Сырая клетчатка	Сырой жир	Сырой протеин	Сырая зола	Р	К
СГП-50-64	32,56	23,98	4,46	12,9	10,14	0,13	0,93
П-379	30,47	24,42	4,28	13,9	11,10	0,13	0,97
СГП-387	32,09	24,08	3,91	14,1	10,16	0,15	0,96
П-291	31,61	25,45	3,46	10,8	10,76	0,11	0,78
СГП-97	32,64	22,49	4,04	13,7	10,64	0,13	0,93
С-381	32,66	24,06	3,93	13,9	10,59	0,14	0,96
С-12	31,60	22,33	3,56	13,5	10,59	0,14	0,96
П-297	32,96	27,95	2,88	15,6	9,63	0,14	1,14
П-8-1617	33,37	23,56	4,16	13,7	10,12	0,14	0,98
П-285	32,71	25,94	3,95	16,9	9,81	0,13	0,97
ФТ-8	32,14	27,93	3,62	15,5	10,05	0,14	0,90
СГП-48	31,64	31,83	3,82	14,5	9,87	0,13	0,91
С-4-1	30,29	22,54	4,18	14,3	9,61	0,15	0,95
Б-305	30,38	23,99	3,54	15,1	9,61	0,13	0,88
С-41	29,95	26,51	3,77	14,4	9,39	0,12	0,97
МН-340	32,45	33,56	5,07	14,7	8,55	0,12	0,99
ЛГ-3	31,16	24,12	6,99	13,7	9,50	0,15	1,14
С-480	29,46	33,64	6,36	13,8	9,48	0,12	1,05
ЛГ-3(2)	32,67	28,32	3,94	13,6	8,60	0,13	1,05
С-1	33,32	39,89	3,92	12,2	8,14	0,12	0,93
СГП-502	30,46	27,73	3,93	13,9	9,01	0,12	0,91
СГП-47	29,56	31,02	3,72	14,5	8,88	0,13	0,92
С-69	28,61	33,37	5,58	12,7	9,55	0,08	1,04
ЛГ-5	30,56	29,66	3,40	14,8	7,39	0,07	1,08
С-1(1)	30,62	32,82	5,66	14,1	8,74	0,10	1,01
СГП-502-2	30,05	24,73	6,52	14,7	10,37	0,07	0,82
СГП-47(2)	30,34	30,06	5,35	14,7	10,14	0,08	0,95
Д-12	30,86	35,38	5,60	13,9	8,82	0,08	0,88
Д-24	29,34	29,68	3,80	15,5	9,39	0,10	0,85
Д-11	29,56	33,46	4,23	14,3	10,10	0,08	0,77
Вега 87, ст.	32,12	31,26	4,10	14,9	10,13	0,14	0,95

Семенная продуктивность новых селекционных образцов люцерны по годам наблюдений и в среднем за три года наблюдений представлена в таблице 3. В среднем за период изучения получили семян от 15,3 г/м² (Б-305) до 41,6 г/м² (ЛГ-3). Наиболее высокий сбор семян

был получен у образцов ЛГ-3 (41,6 г), Д-12 (34,1 г), МН-340 (39,6 г), П-285 (31,4 г с 1 м²), что на 54,7– 104,9% выше сорта Вега 87 (20,3 г/м²). Основная масса новых образцов многолетней люцерны существенно превосходила по семенной продуктивности стандартный сорт Вега 87.

3. Количество семян новых популяций люцерны в селекционном питомнике в 2022–2024 гг.

Образец	Сбор семян, г/м ²			Среднее, г/м ²	% к стандарту
	2022 г.	2023 г.	2024 г.		
СГП-50-64	22,8	12,5	19,7	18,3	90,2
П-379	27,1	11,2	39,9	26,1	128,6
СГП-387	28,9	11,1	20,0	20,0	98,5
П-291	16,8	8,8	44,5	23,4	115,3
СГП-97	14,6	9,1	34,5	19,4	95,6
С-381	23,4	13,7	34,7	23,9	117,7
С-12	22,8	18,2	44,9	28,6	140,9
П-297	27,8	11,4	40,9	26,7	131,5
П-8-1617	28,1	13,4	37,0	26,2	129,0
П-285	25,5	10,0	58,7	31,4	154,7
ФТ-8	18,8	5,4	52,6	25,6	126,1
СГП-48	14,3	12,2	31,6	19,4	95,6
С-4-1	14,9	5,9	56,1	25,6	126,1
Б-305	21,7	7,2	17,1	15,3	75,4
С-41	22,0	11,0	46,0	26,3	129,6
МН-340	29,9	17,1	71,9	39,6	195,1
ЛГ-3	35,1	14,2	75,6	41,6	204,9
С-480	21,9	6,6	49,8	26,1	128,6
ЛГ-3(2)	18,6	12,2	55,6	28,8	141,9
С-1	23,4	8,1	58,2	29,9	147,3
СГП-502	29,8	19,7	59,7	36,4	179,3
СГП-47	27,7	19,3	36,9	28,0	137,9
С-69	26,1	18,2	13,6	19,3	95,1
ЛГ-5	34,1	11,3	46,7	30,7	151,2
С-1(1)	27,9	8,4	28,2	21,5	105,9
СГП-502-2	25,8	17,7	49,6	31,0	152,7
СГП-47(2)	30,1	17,3	33,9	27,1	133,5
Д-12	19,9	19,2	63,1	34,1	168,0
Д-24	21,1	11,2	43,5	25,3	124,6
Д-11	20,5	11,5	27,8	19,9	98,0
Вега 87, ст.	20,9	11,1	28,9	20,3	100,0
НСР ₀₅	3,8	3,0	4,5	3,6	

Как показывает таблица, наиболее высокий сбор семян был получен у образцов в условиях 2024 г.: СГП-502 — 59,7; Д-12 — 63,1; СГП-47 — 36,9; Д-24 — 43,5; МН-340 — 71,9 г/м², что значительно выше сорта Вега 87. Самую низкую семенную продуктивность пока-

зали в вегетационный период 2023 г. образцы С-4-1, ФТ-8, С-480, что составляет 53,2–59,5% от стандартного сорта.

Закключение. Селекционные образцы люцерны имели хорошую зимостойкость: 88–98%. Отмечено также дружное отрастание весной. По высоте растений

можно выделить образцы С-1 и СГП-502. Их высота в фазу цветения составила 91–94 см. По семенной продуктивности выделилось несколько образцов: Д-12, СГП-502-2, ЛГ-5, СГП-502, ЛГ-3, МН-340, П-285 и др. Они превышали по сбору семян стандартный сорт Вега 87

на 5,9–79,3%. Два образца МН-340 и ЛГ-3 в два раза превышали контрольный вариант по сбору семян с 1 м². Все новые гибриды люцерны хорошо росли и развивались и показали неплохие результаты по содержанию питательных веществ в зеленой массе.

Литература

1. Тимирязев К.А. Земледелие и физиология растений. – М. : Сельхозгиз, 1957. – 325 с.
2. Kang W., Xu L., Jiang Z., Shi S. Genetic diversity and symbiotic efficiency difference of endophytic rhizobia of *Medicago sativa*. *Canadian Journal of Microbiology*. 2019;65(1):68–83.
3. Орлова А.Г., Рапина О.Г. Продуктивность люцерны изменчивой в зависимости от применения микробных препаратов в условиях Ленинградской области // Кормопроизводство. – 2017. – № 8. – С. 33–37.
4. Гончаров П.Л., Лубенец П.А. Биологические аспекты возделывания люцерны. – Новосибирск : Наука, 1985. – 256 с.
5. Писковацкий Ю.М., Плешков Б.П. Биохимия сельскохозяйственных растений. – М. : Колос, 1980. – 495 с.
6. Косолапов В.М., Чернявских В.И. Кормопроизводство: состояние, проблемы и роль ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» в их решении // Достижения науки и техники АПК. – 2022. – Т. 36, № 4. – С. 5–14.
7. Севернев М.М. Люцерна и проблемы ее выращивания // Проблемы люцерны : Материалы науч.-практ. конф. 13 апреля 1976 г. – Минск, 1977. – С. 3–7.
8. Писковацкий Ю.М., Ломов М.В. Изучение новых образцов люцерны в коллекционном питомнике // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : Сб. науч. тр., вып. 12(60) / ФГБНУ «ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса». – М. : Угрешская Типография, 2016. – С. 30–36.
9. Дмитриев А.А., Бессонова Н.Т. Климат Москвы и Подмосковья. – Л. : Гидрометеиздат, 1979. – 325 с.
10. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М. : ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, 1983. – 197 с.
11. Методические рекомендации по агротехнике возделывания люцерны на корм и семена. – М. : ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, 2008. – 57 с.

References

1. Timiryazev K.A. Zemledeliye i fiziologiya rasteniy [Agriculture and plant physiology]. Moscow, Selkhozgiz Publ., 1957, 325 p.
2. Kang W., Xu L., Jiang Z., Shi S. Genetic diversity and symbiotic efficiency difference of endophytic rhizobia of *Medicago sativa*. *Canadian Journal of Microbiology*. 2019;65(1):68–83.
3. Orlov A.G., Rapina O.G. Produktivnost' lyutserny izmenchivoy v zavisimosti ot primeneniya mikrobnykh preparatov v usloviyakh Leningradskoy oblasti [Productivity of variable alfalfa depending on the use of microbial preparations in the Leningrad region]. *Kormoproizvodstvo* [Forage production], 2017, no. 8, pp. 33–37.
4. Goncharov P.L., Lubenets P.A. Biologicheskiye aspekty vozdel'yvaniya lyutserny [Biological aspects of alfalfa cultivation]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1985, 256 p.
5. Piskovatskiy Yu.M., Pleshkov B.P. Biokhimiya sel'skokhozyaystvennykh rasteniy [Biochemistry of agricultural plants]. Moscow, Kolos Publ., 1980, 495 p.

6. Kosolapov V.M., Chernyavskikh V.I. Kormoproizvodstvo: sostoyaniye, problemy i rol' FNTS «VIK im. V.R. Vil'yamsa» v ikh reshenii [Forage production: status, problems and the role of the Federal Scientific Center "VIK named after V.R. Williams" in solving them]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Achievements of science and technology of the agro-industrial complex]*, 2022, vol. 36, no. 4, pp. 5–14.
7. Severnev M.M. Lyutserna i problemy yeye vyrashchivaniya [Alfalfa and problems of its cultivation]. *Problemy lyutserny : Materialy nauch.-prakt. konf. 13 aprelya 1976 g. [Problems of alfalfa: Proceedings of the scientific-practical conf. April 13, 1976]*. Minsk, 1977, pp. 3–7.
8. Piskovatskiy Yu.M., Lomov M.V. Izucheniye novykh obraztsov lyutserny v kollektсионном питомнике [The study of new alfalfa samples in a collection nursery]. *Mnogofunktsional'noye adaptivnoye kormoproizvodstvo [Multifunctional adaptive fodder production : collection of scientific papers. Issue 12(60)]*. Moscow, Ugreshskaya tipografiya Publ., 2016, pp. 30–36.
9. Dmitriev A.A., Bessonova N.T. Klimat Moskvyy i Moskovskoy oblasti [Climate of Moscow and Moscow Region]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1979, 325 p.
10. Metodicheskiye ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kul'turami [Guidelines for conducting field experiments with forage crops]. Moscow, V.R. Williams All-Russian Research Institute of Forage, 1983, 197 p.
11. Metodicheskiye rekomendatsii po agrotekhnike vzdelyvaniya lyutserny na korm i semena [Methodical recommendations on agricultural technology for cultivating alfalfa for fodder and seeds]. Moscow, V.R. Williams All-Russian Research Institute of Forage, 2008, 57 p.

УДК 636.085

DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2025-1-25-32

РАЗРАБОТКА ЭКСПРЕСС-МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ САХАРОВ В ЗЕЛЕННОЙ МАССЕ ЛЮЦЕРНЫ

Г.В. Степанова, кандидат сельскохозяйственных наук

В.П. Клименко, доктор сельскохозяйственных наук

А.С. Шабля, научный сотрудник

ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»

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

g.stepanova@vniikormov.ru

DEVELOPMENT OF AN EXPRESS METHOD FOR DETERMINING SUGARS IN ALFALFA GREEN MASS

G.V. Stepanova, Candidate of Agricultural Sciences

V.P. Klimenko, Doctor of Agricultural Sciences

A.S. Shablya, Junior Researcher

Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology

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

g.stepanova@vniikormov.ru

В ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» в лаборатории селекции люцерны совместно с лабораторией консервирования и хранения кормов проводятся исследования по разработке экспресс-метода определения сахаров в зеленой массе люцерны с целью создания перспективных сортов и гибридов с повышенным содержанием водорастворимых углеводов и низкой буферной емкостью для повышения силосуемости этой ценной белковой культуры. Исследования проводились на сортах люцерны изменчивой (*Medicago varia* Mart.) селекции ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»: Вега 87, Пастбищная 88, Селена, Соната, Таисия, а также на 10 гибридах, созданных различными способами селекции. Дана оценка по урожайности и химическому составу, сахаро-буферному отношению и способности к силосованию, включая и определение сахаров в соке. В результате проведенных исследований оптимизирован способ определения количества растворимых сахаров в соке люцерны с использованием рефрактометра, а наличие статистически значимой корреляционной зависимости ($r = 0,60-0,89$) между содержанием сахаров, определенном методом Бертрана, и в соке, определенном с использованием рефрактометра, позволяет сделать вывод о возможности использования этого метода для ускоренного скрининга значительного количества исходного материала люцерны на содержание водорастворимых углеводов.

Ключевые слова: кормопроизводство, люцерна, рефрактометр, растворимые сахара, буферная емкость.

The alfalfa breeding laboratory, together with the laboratory of conservation and storage of feed, is conducting research on the development of an express method for the determination of sugars in the green mass of alfalfa. The aim of the study is to create promising alfalfa varieties and hybrids with a high content of water-soluble carbohydrates and a low buffer capacity to increase the silage capacity of this valuable pro-

tein crop. The research was carried out on varieties of alfalfa (*Medicago varia* Mart.) selected by the V.R. Williams Federal Research Center: Vega 87, Pastbishchnaya 88, Sелena, Sonata, Taisiya, as well as 10 hybrids created by various breeding methods. An assessment is given on yield and chemical composition, sugar-buffer ratio and silage capacity, including the determination of sugars in juice. As a result of the research, a method for determining the amount of soluble sugars in alfalfa juice using a refractometer has been optimized. The presence of a statistically significant correlation ($r = 0.60-0.89$) between the sugar content determined by the Bertrand method and in the juice determined using a refractometer allows us to conclude that this method can be used for accelerated screening of a significant amount of alfalfa feedstock for the content of water-soluble carbohydrates.

Keywords: feed production, alfalfa, refractometer, soluble sugars, buffer capacity.

Введение. Люцерна (*Medicago sativa*) является важнейшей кормовой и самой распространенной культурой в мире. В России площадь посевов люцерны достигает 2,3–2,5 млн га. Она широко выращивается на территории Центрального и Приволжского экономических районов. Люцерна превосходит многие бобовые и злаковые культуры по содержанию питательных веществ и занимает одно из главных мест в кормопроизводстве Российской Федерации [1].

Люцерна используется в кормопроизводстве для заготовки объемистых кормов — сена, сенажа, травяной резки и муки. Современные сорта люцерны обладают пластичностью и устойчивостью к болезням и вредителям, переносят заморозки и засухи, накапливают азот в почве, многоукосные и долголетние, охотно поедаются и хорошо перевариваются животными [2]. Люцерна заметно выделяется среди других кормовых культур по содержанию и переваримости питательных веществ. В фазе бутонизации в растениях различных сортов (Вега 87, Соната, Селена, Пастбищная 88, Таисия) содержание сырого протеина в сухом веществе достигает 22,1–26,9%, сырой клетчатки — 16,5–25,6, сырого жира — 3,0–4,1% [3].

Проведена оценка протеиновой питательности люцерны сортов Вега 87,

Селена, Луговая 67 и Пастбищная 88 в процессе вегетации. Установлено, что в фазу стеблевания содержание сырого протеина в среднем по всем сортам составляло $24,21 \pm 0,37\%$, в начале бутонизации — $19,95 \pm 0,59$, в фазу бутонизации — $17,23 \pm 0,62$, в фазу цветения — $15,07 \pm 0,60\%$. Сумма всех аминокислот в среднем по всем сортам в фазу стеблевания составляла 203,2 г, в фазу начала бутонизации — 167,7 г, бутонизации — 144,5 г, цветения — 117,1 г/кг сухого вещества. Аминокислотный индекс люцерны всех сортов находился в пределах 0,84–0,90, что указывает на высокое содержание незаменимых аминокислот в зеленой массе. Содержание лизина и метионина во всех сортах люцерны было высоким и составляло: лизина — 6,8–14,1 г, метионина — 2,0–4,0 г/кг сухого вещества. Установлено, что люцерна сорта Луговая 67 на протяжении всей вегетации отличалась более высоким содержанием аминокислот, в том числе незаменимых [4].

Люцерна важна для животных из-за высокого содержания белка и аминокислот, но она нуждается в эффективных методах консервирования с тем, чтобы использоваться крупным рогатым скотом в течение всего года [5].

Во многих передовых хозяйствах ферментируемые корма из люцерны —

один из основных источников полноценного белка в рационах высокопродуктивного молочного скота. В.Г. Косолапова с соавторами указывает, что использование люцерны в качестве единственного корма увеличивает потребление сухого вещества, переваримость питательных веществ, прирост живой массы, утилизацию азота, удой молока, а также значительно снижает выбросы CH_4 и риск развития руминального ацидоза [5].

Однако высокая питательная ценность в сочетании с высокой обеспеченностью минеральными веществами и повышенное содержание белка являются одной из причин плохой силосуемости люцерны. Ф. Вайсбах пишет: «Сопоставляя буферность различных видов растений с содержанием в них сырого протеина, кальция и магния, исследователи установили, что чем богаче растения указанными соединениями, тем выше их буферная емкость» [6].

Ю.А. Победнов и В.М. Косолапов также считают, что основную роль в увеличении буферной емкости играют не азотистые вещества, а минеральные соединения. Они пишут: «Люцерна богата минеральными веществами с выраженными основными свойствами. Высокая буферность люцерны обуславливает необходимость накопления значительно большего количества молочной кислоты, чем требуется для подкисления злаковых трав и клевера лугового, что в условиях дефицита сахара очень трудно обеспечить при обычном силосовании даже в проявленном виде» [7].

Исследованиями лаборатории селекции люцерны ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» показано, что увеличение содер-

жания сырого протеина, сырой золы и сырого жира на 1% ведет к повышению буферной емкости сухого вещества соответственно на 0,07–0,40, 0,19–0,86 и 0,33–1,11 [8].

Другим технологическим недостатком люцерны является пониженное содержание растворимых углеводов, что делает крайне низким сахаро-буферное отношение — менее 1,1, из-за чего люцерна плохо силосуется [7; 9]. Острый дефицит сахара и высокая буферная емкость зеленой массы люцерны служат причиной получения корма, нестабильного при хранении [10]. Исследования, проведенные в Оренбургском ВНИИ мясного скотоводства, показали, что содержание сахаров в люцерне зависит от фазы развития люцерны и погодных условий. От фазы бутонизации к фазе цветения уровень водорастворимых углеводов возрастает в среднем на 20,5%. В фазу бутонизации люцерны среднее содержание растворимых сахаров составляло 13,5 г на кг сухого вещества, в том числе 8,5 г моносахаров, 5,0 г дисахаров и 4,5 г крахмала. В фазу цветения эти показатели возросли до 17,7 г, в том числе 12,0 г моносахаров, 5,7 г дисахаров и 4,8 г крахмала. Меньшее содержание сахаров в вегетативной массе в фазе бутонизации, особенно в начале, объясняется тем, что в этот период происходит более интенсивно рост растений и расход углеводов, в том числе крахмала [11].

Повысить силосуемость люцерны можно путем целенаправленной селекции на повышение содержания сахаров в растениях, что повысит также ее устойчивость к эдафическим стрессорам (повышенная почвенная кислотность, избыточное увлажнение, выпревание в пе-

риод зимовки) и улучшить поедаемость животными. Для этого предлагается разработать экспресс-метод определения растворимых сахаров в соке люцерны с использованием рефрактометра. Это позволит сравнительно быстро исследовать значительное количество исходных образцов и вновь созданных гибридов, что ускорит ведение селекционной работы по созданию сортов люцерны с заданными признаками.

В связи с этим целью настоящих исследований была разработка экспресс-метода определения количества растворимых сахаров в соке люцерны и оценка с помощью нового метода сортов люцерны и другого селекционного материала, созданного в ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса».

Материалы и методы исследований. Исследования выполнены в лаборатории селекции люцерны и лаборатории консервирования и хранения кормов. Изучали химический состав сухого вещества сортов люцерны изменчивой (*Medicago varia* Mart.) селекции ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»: Вега 87, Пастбищная 88, Селена, Соната, Таисия, а также 10 гибридов, созданных различными способами селекции.

Общий химический анализ проводили по общепринятым методикам [12; 13]. Определение содержания растворимых углеводов — по методу Бертрона [13]. Корреляционно-регрессионный анализ — по Б.А. Доспехову [14]. Содержание сахаров в соке люцерны определяли с использованием ручного рефрактометра RNB-10 АТС.

Результаты исследований. Классическое определение сахаров по методу Бертрона занимает много времени и

очень трудоемко. Поэтому так важен ускоренный метод определения сахаров в люцерне и других силосуемых растениях. Для проведения измерения водорастворимых углеводов (сахаров) с помощью рефрактометра были оптимизированы ранее разработанные способы подготовки сока, выделенного из растений люцерны, включая степень разведения сока, температуру воды, вливаемой в сок, перемешивание, температуру рабочего раствора и продолжительность экспозиции осветления рабочего раствора.

Изучение химического состава люцерны изменчивой (*Medicago varia* Mart.) селекции ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» провели на сортах Вега 87, Пастбищная 88, Селена, Соната и Таисия, а также на 10 гибридах в серии опытов 2020 и 2021 гг. Определяли водорастворимые сахара в целом растении люцерны по методу Бертрона и в соке с помощью рефрактометра. По окончании опыта рассчитали корреляционную зависимость для 65 образцов (табл. 1).

Сравнение содержания сахаров, определенного по методу Бертрона, с содержанием сахаров в соке люцерны пяти сортов выявило высоко существенную корреляционную связь между этими показателями. Коэффициенты корреляции в 2020 и 2021 гг. составили 0,87 и 0,89 при фактическом уровне значимости (t_r), равном 3,05 и 3,38, что выше теоретического уровня значимости ($t_{05} = 2,78$). Коэффициенты регрессии (b_y) составили 1,3 и 2,1, следовательно, при увеличении содержания растворимых сахаров в зеленой массе на 1%, определенного по методу Бертрона, содержание сахаров в соке возрастает в среднем на 1,3 и 2,1%. Данные зависимости описываются уравне-

ниями регрессии: $Y_1 = 1,3X_1 + 6,1$ и $Y_2 = 2,1X_2 + 5,7$, близкими к линейной регрессии, где X_1 и X_2 — среднее содер-

жание растворимых сахаров в зеленой массе люцерны в 2020 и 2021 гг., Y_1 и Y_2 — расчетное содержание сахаров в соке.

1. Сравнение содержания сахаров в зеленой массе и соке люцерны

Сорт	2020 г.		2021 г.	
	Сахар в зеленой массе, %	Сахар в соке, %	Сахар в зеленой массе, %	Сахар в соке, %
Вега 87	2,36	9,3	2,62	10,9
Соната	2,02	8,5	2,89	11,0
Пастбищная 88	2,47	9,4	3,81	13,9
Селена	2,56	9,6	2,56	10,8
Таисия	2,84	9,5	2,43	11,6
Среднее	2,45	9,26	2,86	11,64
Коэффициент корреляции (r)	0,87		0,89	
Коэффициент регрессии (b _y)	1,30		2,1	
t _r	3,05		3,38	
t ₀₅	2,78			

Проанализировали также сравнительные показатели содержания растворимых сахаров в зеленой массе 10 гиб-

ридов люцерны, определенные по методу Бертрона, и в соке, определенные с использованием рефрактометра (табл. 2).

2. Содержание сахаров в зеленой массе и соке люцерны. Данные 2021 г.

Селекционный номер	Содержание сахаров, %			
	1-й укос		2-й укос	
	зеленая масса	сок	зеленая масса	сок
№ 1	3,37	16,4	3,40	17,2
№ 2	3,29	16,0	2,75	12,0
№ 3	2,94	14,4	2,47	13,2
№ 5	2,84	13,6	2,28	14,4
№ 7	3,19	17,6	1,46	10,0
№ 8	3,05	14,4	1,68	10,0
№ 9	2,85	8,4	1,84	9,2
№ 10	2,70	12,8	1,62	9,0
Таисия	3,51	14,4	1,68	10,8
Среднее	3,08	14,22	2,13	11,76
Коэффициент корреляции (r)	0,60		0,88	
t _r	2,00		4,99	
t ₀₅	2,26			
t ₀₁	3,25			

В первом укосе содержание сахаров в зеленой массе колебалось в пределах 2,70–3,51%, в соке — от 8,4 до 17,6%. Лучшие результаты показали № 7, № 2 и № 1: содержание сахара в зеленой массе было 3,19–3,37%, в соке — 16,0–17,6% при среднем значении по всем номерам соответственно 3,08 и 14,22%. Корреляционная зависимость между содержанием сахаров, определенном методом Бертрана, и в соке с использованием рефрактометра была близкой к статистически значимой. Коэффициент корреляции составил 0,60, фактический критерий значимости $t_r = 2,0$ был близок к теоретическому $t_{05} = 2,26$ (табл. 2).

Во втором укосе содержание сахаров в зеленой массе колебалось от 1,46 до 3,40% при среднем значении 2,13%, а в соке — от 9,0 до 17,2% при среднем значении 11,76%. В этом укосе выявлена высоко существенная корреляционная зависимость между содержанием сахаров, определенном по методу Бертрана, и в соке, определенном с использованием рефрактометра. Коэффициент корреляции равен 0,88, фактический критерий значимости $t_r = 4,99$ больше теоретического $t_{01} = 3,25$. Среди испытанных номеров стабильно высоким содержанием сахаров в сухом веществе

(3,37 и 3,40%) и соке (16,4 и 17,2%) выделялся образец № 1 (*M. borealis* из Эстонии) (табл. 2).

Наличие статистически значимой корреляционной зависимости ($r = 0,60–0,89$) между содержанием сахаров, определенном методом Бертрана, и в соке, определенном с использованием рефрактометра, позволяет сделать вывод о возможности использования этого метода для ускоренного скрининга значительного количества исходного материала люцерны на содержание водорастворимых углеводов.

Заключение. В результате проведенных исследований оптимизирован способ определения количества растворимых сахаров в соке люцерны с использованием рефрактометра. Выделены в качестве генетических источников повышенного содержания сахаров и пониженной буферной емкости перспективные образцы: сорт Карлу (*M. borealis* из Эстонии), сорта Луговая 67 и Пастбищная 88. Выявлена статистически значимая корреляционная зависимость ($r = 0,60–0,89$) между содержанием растворимых сахаров в зеленой массе люцерны, определенном методом Бертрана, и в соке, определенном с использованием рефрактометра.

Литература

1. Косолапова В.Г., Муссие С.А. Питательная ценность люцерны различных сортов в процессе роста и развития // Кормопроизводство. – 2020. – № 10. – С. 17–24. – EDN: RICQXS. DOI: 10.25685/krm.2020.49.33.001.
2. Сорта люцерны для северных регионов возделывания / Г.В. Степанова, А.А. Ионов, Н.М. Барсуков, А.В. Пьянков // Кормопроизводство. – 2023. – № S11. – С. 32–36.
3. Косолапова В., Степанова Г., Муссие С. Корма из люцерны для дойных коров // Животноводство России. – 2022. – № 9. – С. 45–48. – DOI: 10.25701/ZZR.2022.09.09.001.
4. Косолапова В.Г., Косолапов В.М., Степанова Г.В. Аминокислотный состав люцерны разных сортов // Кормопроизводство. – 2023. – № 8. – С. 18–21.
5. Косолапова В.Г., Степанова Г.В., Муссие С.А. Способы консервирования люцерны и исполь-

- зование кормов жвачными животными // Кормопроизводство. – 2021. – № 6. – С. 27–36.
6. Вайсбах Ф. Будущее консервирования кормов // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2012. – № 2. – С. 49–70.
 7. Победнов Ю.А., Косолапов В.М. Биологические основы силосования люцерны с препаратами молочнокислых бактерий (обзор) // Сельскохозяйственная биология. – 2018. – Т. 53, № 2. – С. 258–269. – DOI: 10.15389/agrobiology.2018.2.258rus.
 8. Степанова Г.В. Буферная емкость сухого вещества люцерны // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. тр., выпуск 25 (73). – Лобня, 2021. – С. 21–30. – DOI: 10.33814/МАК-2021-25-73-21-30.
 9. Биологические особенности и принципы консервирования люцерны / Ю.А. Победнов, В.П. Клименко, А.А. Мамаев, К.Е. Юртаева, М.С. Иванова // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32, № 2. – С. 44–47. – DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10211.
 10. Силосование люцерны с препаратами молочнокислых бактерий / Ю.А. Победнов, А.А. Мамаев, М.С. Иванова, К.Е. Юртаева // Животноводство и кормопроизводство. – 2018. – Т. 101, № 1. – С. 213–220.
 11. Углеводный состав бобовых культур / А.В. Кудашева, Г.И. Левахин, Н.М. Ширнина [и др.] // Вестник мясного скотоводства. – 2009. – Т. 1, № 62. – С. 170–174.
 12. Физико-химические методы анализа кормов / В.М. Косолапов, В.А. Чуйков, Х.К. Худякова, В.Г. Косолапова. – М. : Типография Россельхозакадемии, 2014. – 344 с.
 13. Проведение опытов по консервированию и хранению объемистых кормов (методические рекомендации) / В.А. Бондарев, В.М. Косолапов, Ю.А. Победнов [и др.]. – М. : ФГУ РЦСК, 2008. – 67 с.
 14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М. : Колос, 1974. – 416 с. [С. 317–337].

References

1. Kosolapova V.G., Mussie S.A. Pitatel'naya tsennost' lyutserny razlichnykh sortov v protsesse rosta i razvitiya [Nutritional value of different varieties of alfalfa during growth and development]. *Kormoproizvodstvo* [Forage production], 2020, no. 10, pp. 17–24. EDN: RICQXS. DOI: 10.25685/krm.2020.49.33.001.
2. Stepanova G.V., Ionov A.A., Barsukov N.M., Pyankov A.V. Sorta lyutserny dlya severnykh regionov vozdeleyvaniya [Alfalfa varieties for northern cultivation regions]. *Kormoproizvodstvo* [Forage production], 2023, no. S11, pp. 32–36.
3. Kosolapova V., Stepanova G., Mussie S. Korma iz lyutserny dlya doynykh korov [Alfalfa feed for dairy cows]. *Zhivotnovodstvo Rossii* [Animal Husbandry of Russia], 2022, no. 9, pp. 45–48. DOI: 10.25701/ZZR.2022.09.09.001.
4. Kosolapova V.G., Kosolapov V.M., Stepanova G.V. Aminokislotnyy sostav lyutserny raznykh sortov [Amino acid composition of different varieties of alfalfa]. *Kormoproizvodstvo* [Forage production], 2023, no. 8, pp. 18–21.
5. Kosolapova V.G., Stepanova G.V., Mussie S.A. Sposoby konservirovaniya lyutserny i ispol'zovaniye kormov zhvachnymi zhiivotnymi [Methods of preserving alfalfa and the use of feed by ruminants]. *Kormoproizvodstvo* [Forage production], 2021, no. 6, pp. 27–36.
6. Weissbach F. Budushcheye konservirovaniya kormov [The future of feed preservation]. *Problemy biologii produktivnykh zhiivotnykh* [Problems of biology of productive animals], 2012, no. 2, pp. 49–70.
7. Pobednov Yu.A., Kosolapov V.M. Biologicheskiye osnovy silosovaniya lyutserny s preparatami molochnokislykh bakteriy (obzor) [Biological bases of alfalfa silage with lactic acid bacteria preparations (review)]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya* [Agricultural biology], 2018, vol. 53, no. 2, pp. 258–269. DOI: 10.15389/agrobiology.2018.2.258rus.
8. Stepanova G.V. Bufernaya yemkost' sukhogo veshchestva lyutserny [Buffer capacity of dry matter of

- alfalfa]. *Mnogofunktsional'noye adaptivnoye kormoproizvodstvo* [Multifunctional adaptive forage production: collection of scientific papers, issue 25 (73)]. Lobnya, 2021, pp. 21–30. DOI: 10.33814/MAK-2021-25-73-21-30.
9. Pobednov Yu.A., Klimenko V.P., Mamaev A.A., Yurtaeva K.E., Ivanova M.S. Biologicheskiye osobennosti i printsipy konservirovaniya lyutserny [Biological features and principles of canning alfalfa]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the agro-industrial complex], 2018, vol. 32, no. 2, pp. 44–47. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10211.
 10. Pobednov Yu.A., Mamaev A.A., Ivanova M.S., Yurtaeva K.E. Silosovaniye lyutserny s preparatami molochnokislykh bakteriy [Ensiling alfalfa with lactic acid bacteria preparations]. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo* [Animal husbandry and forage production], 2018, vol. 101, no. 1, pp. 213–220.
 11. Kudasheva A.V., Levakhin G.I., Shirnina N.M. [et al.] Uglevodnyy sostav bobovykh kul'tur [Carbohydrate composition of legumes]. *Vestnik myasnogo skotovodstva* [Bulletin of beef cattle breeding], 2009, vol. 1, no. 62, pp. 170–174.
 12. Kosolapov V.M., Chuikov V.A., Khudyakova Kh.K., Kosolapova V.G. Fiziko-khimicheskiye metody analiza kormov [Physico-chemical methods of feed analysis]. Moscow, Tipografiya Rossel'khozakademii Publ., 2014, 344 p.
 13. Bondarev V.A., Kosolapov V.M., Pobednov Yu.A. [et al.] Provedeniye opytov po konservirovaniyu i khraneniyu ob'yemistykh kormov (metodicheskiye rekomendatsii) [Conducting experiments on preserving and storing bulky feeds (methodological recommendations)]. Moscow, 2008, 67 p.
 14. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta [Methods of field experiment]. Moscow, Kolos Publ., 1974, 416 p. [pp. 317–337].

УДК: 633.49; 631.445.124

DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2025-1-33-41

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ НА ОСУШЕННОЙ ТОРФЯНОЙ ПОЧВЕ В УСЛОВИЯХ ВОЛГО-ВЯТСКОГО РЕГИОНА

А.В. Смирнова^{1,2}, кандидат сельскохозяйственных наук

¹Кировская ЛОС — филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»
612097, Россия, Кировская область, Оричевский район, п. Юбилейный

²ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ
610017, Россия, г. Киров, Октябрьский проспект, 133
bolotoagro50@mail.ru

COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE PRODUCTIVITY OF VARIOUS POTATO VARIETIES ON DRAINED PEAT SOIL IN THE CONDITIONS OF THE VOLGA-VYATKA REGION

A.V. Smirnova^{1,2}, Candidate of Agricultural Sciences

¹Kirov Meadow-Marsh Experimental Station — branch of the
Federal Scientific Center "VIK named after V.R. Williams"
612097, Russia, Kirov region, Orichevskiy district, Yubileiny

²Vyatka State Agrotechnological University
610017, Russia, Kirov, Oktyabrsky Prospect, 133
bolotoagro50@mail.ru

Представлены результаты двухлетних исследований по изучению возделывания различных сортов картофеля в Кировской области. Наблюдения проводились на долготлетнем опытном стационаре на осушенной низинной торфяной почве, где более 40 лет беспрерывно выращивался картофель без учета сортовой принадлежности. В 2023–2024 гг. на данном стационаре были заложены опыты по возделыванию трех различных сортов картофеля (Беллароза, Ред Соня, Ред Леди) и проведена сравнительная оценка продуктивности каждого из них. Сорта картофеля Ред Леди и Беллароза не зарегистрированы в Госреестре по Волго-Вятскому региону, но есть в продаже и распространены по Кировской области, в связи с этим были выбраны для проведения опыта. Сроки посадки пропашных культур в данных почвенно-климатических условиях устанавливаются в зависимости от погодных условий года и снижения уровня грунтовых вод. При возделывании картофеля энергозатраты на обработку почвы, посадку, уход и уборку одни из наиболее высоких (40–43 ГДж/га) по сравнению с многолетними травами (17–19 ГДж/га), однако, с учетом специфических особенностей торфяных почв, в этих условиях возможно получение хороших урожаев картофеля (160–260 ц/га). По результатам сравнительной оценки химического состава клубней, урожайности, сбора кормовых единиц и обменной энергии наиболее продуктивным оказался раннеспелый картофель сорта Ред Леди по сравнению с сортами Беллароза и Ред Соня. За исследуемый период урожайность клубней сорта Ред Леди составила 260 ц/га, что выше средней урожайности по Кировской области.

Ключевые слова: картофель, пропашная культура, период активной вегетации, урожайность, продуктивность, кормовые единицы, низинные торфяные почвы.

The results of two years of research on the cultivation of various potato varieties in the Kirov region are presented. The observations were carried out in a long-term experimental hospital on drained lowland peat soil, where potatoes were continuously grown for more than 40 years without regard to varietal affiliation. In 2023–2024, experiments on the cultivation of three different potato varieties (Bellarosa, Red Sonya, Red Lady) were conducted at this hospital and a comparative assessment of the productivity of each of them was carried out. Potato varieties Red Lady and Bellarosa are not registered in the State Register for the Volga-Vyatka region, but are available for sale and distributed in the Kirov region, and therefore were chosen for the experiment. The timing of planting row crops in these soil and climatic conditions is set depending on the weather conditions of the year and the decrease in the groundwater level. When cultivating potatoes, energy consumption for tillage, planting, care and harvesting is one of the highest (40–43 GJ/ha) compared to perennial grasses (17–19 GJ/ha), however, taking into account the specific features of peat soils, it is possible to obtain good potato yields (160–260 kg/ha) under these conditions. According to the results of a comparative assessment of the chemical composition of tubers, yield, collection of feed units and exchange energy, early-ripening Red Lady potatoes turned out to be the most productive compared to Bellarosa and Red Sonya varieties. During the study period, the yield of tubers of the Red Lady variety was 260 c/ha, which is higher than the average yield in the Kirov region.

Keywords: potatoes, row crops, the period of active vegetation, yield, productivity, fodder units, lowland peat soils

Введение. Картофель (*Solanum tuberosum* L.) относится к семейству Пасленовые (*Solanaceae*), является одной из важнейших полевых культур. По разносторонности хозяйственного использования урожая и сбору сухого вещества с единицы площади он занимает одно из первых мест среди других сельскохозяйственных растений. Благодаря высокому содержанию крахмала в картофеле он по праву считается универсальной культурой и может быть использован в продовольственных, технических и кормовых целях [1; 2; 3]. В настоящее время в мире выращивается порядка четырех тысяч сортов картофеля, адаптированных к широкому спектру климатических условий. В России примерно 40–45% валового сбора картофеля расходуется на питание населения и около 25% — на кормовые цели [4; 5]. В зонах рискованного земледелия он традиционно считается «вторым хлебом».

В Кировской области картофель занимает особое место в сельскохозяйственном производстве. В 2024 г. площадь посадки картофеля составила 7,5 тыс. га, собрано 107,7 тыс. тонн (102,7% к уровню 2023 г.) [6; 7].

Корневая система данной культуры отлично развита и может поглощать необходимые макро- и микроэлементы с большой территории. Для картофеля лучше подходят насыщенные кислородом, умеренно влажные, рыхлые и легкие почвы, богатые полезными веществами. Идеальными считаются почвы песчаные, супесчаные, суглинок и плодородный чернозем. Хорошо подходят для выращивания картофеля и осушенные низинные торфяные почвы, богатые органическим веществом.

Целью данной работы явилось проведение исследований по определению наиболее устойчивого и продуктивного сорта картофеля, который можно реко-

мендовать для выращивания на различные цели в Волго-Вятском регионе.

Сравнительная оценка на начальном этапе проводилась по критериям, которые позволяют определить уровень продуктивности каждого из сортов в конкретных условиях возделывания на осушенных низинных торфяных почвах. Для сравнения были выбраны следующие параметры, являющиеся важными показателями качества картофеля: урожайность, химический состав, сбор сухого вещества, кормовых единиц, обменной энергии, уровень сырого протеина и содержание крахмала в клубнях.

Материал и методы исследований. Исследования проводились на долголетнем мелиоративном стационаре на старопашотной низинной торфяной почве в 2023–2024 гг. По ботаническому составу торф древесный и древесно-осоковый, степень разложения — 45–55%, подстиляется среднезернистым аллювиальным песком, содержание гумуса в пахотном слое составляет 64,2%, зольность — 23,6%, объемная масса — 0,30 г/см³, полная влагоемкость — 348%, рН солевой — 5,6, содержание общего азота — 2,1%, подвижного фосфора — 27,4, обменного калия — 14,5 мг на 100 г сухой почвы [8; 9; 10].

Наблюдения за возделыванием различных сортов картофеля проводились на делянке площадью 0,25 га, в четырехкратной повторности. В зависимости от погодных условий картофель высаживали в предварительно нарезанные гребни, вручную, в третьей декаде мая и первой декаде июня. Перед посадкой производилось проращивание клубней на свету в течение 20–30 дней при температуре 10–14 °С до образования проростков разме-

ром 1,0–1,5 см. Схема посадки 40 × 70 см. Уборка урожая была проведена картофелекопалкой КТН-2 в конце августа – начале сентября с предварительной уборкой ботвы КИР-1,5.

Исследования проводились в течение двух лет. Для сравнительного анализа продуктивности были выбраны три сорта картофеля (Беллароза, Ред Леди и Ред Соня), выведенные в Германии в начале нынешнего века и внесенные в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в различных регионах России. Сорт картофеля Ред Соня зарегистрирован в Госреестре по Волго-Вятскому региону (4), сорта Ред Леди и Беллароза не внесены в Госреестр по Волго-Вятскому региону, но имеют регион допуска к возделыванию (4), есть в продаже и распространены по Кировской области, в связи с этим были выбраны для проведения исследований [11]. Все сорта относятся к ранним, хорошо переносящим засуху. Семенной картофель репродукционный, предназначенный для посадки на товарные цели, соответствующий ГОСТ 33996–2016 [12].

Перед весенней культивацией ежегодно вносилось сложное минеральное удобрение нитроаммофоска в дозе N₆₀P₆₀K₉₀ кг д.в./га вразброс, за один прием. Химическая обработка растений не проводилась. Летний уход за культурой заключался в двукратном окучивании и дважды произведенных рыхлениях междурядий. За время проведения исследований отмечено повреждение растений колорадским жуком и фитофторозом. Наблюдения и учеты осуществлялись по методикам ВНИИ кормов; содержание сухого вещества в клубнях оп-

ределялось весовым методом; содержание крахмала — по удельному весу; содержание протеина — методом мокрого озоления клубней; статистическую обработку экспериментальных данных производили методом дисперсионного анализа на основании методики Б.А. Доспехова (1985) с использованием группы стандартного пакета приложений Microsoft Office Word 2007. Метеорологические наблюдения проводились на Кировской ЛОС в соответствии с Наставлениями гидрометеорологическим станциям и постам [13].

Результаты исследований. Особенности погодных условий в течение вегетационного периода влияют на урожайность и качество всей сельскохозяйственной продукции, картофель не является исключением. По данным средних многолетних исследований, подготовка почвы под посадку пропашных культур и посадка начинаются в период активной вегетации, с момента перехода среднесуточной температуры воздуха весной и осенью через $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$, в Кировской области в среднем он составляет 117 дней [14]. В 2023 и 2024 гг. данный период оказался длиннее обычного на 29 и 17 дней соответственно (146 и 134 дней). Среднесуточная температура воздуха в период вегетации картофеля равнялась $+14,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, при среднем многолетнем значении $+14,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, сумма активных температур — $1948\text{ }^{\circ}\text{C}$, что по сравнению со средними многолетними значениями выше на $258\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($1690\text{ }^{\circ}\text{C}$). В период активной вегетации 2023 г. осадки выпадали в течение 52 дней, что находится на уровне среднего значения. Сумма осадков составляла 308 мм, то есть 143% климатической нормы. Средний много-

летний показатель гидротермического коэффициента (ГТК) равняется 1,3, ГТК в 2023 г. — 1,6, что указывает на избыток атмосферного увлажнения в период вегетации. В 2024 г. средняя температура воздуха в период активной вегетации составляла $16,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, сумма активных температур $2085\text{ }^{\circ}\text{C}$, количество дней с осадками — 35. Сумма выпавших за вегетационный период атмосферных осадков составила 124,0 мм, что ниже средней многолетней нормы (216 мм). ГТК данного периода составлял 0,96, что говорит о недостатке атмосферного увлажнения. В целом характер выпадения осадков в 2024 г. в течение срока вегетации картофеля выглядит равномерным, без резких скачков, характерных для 2023 г., когда за сутки выпадала месячная норма осадков. Этот год был одним из самых засушливых за последние десятилетия. Таким образом, вегетация однолетних культур в 2023 г. проходила в условиях теплой и дождливой погоды, а в 2024 г. погода была более жаркой и засушливой.

Такие погодные условия сказались на продуктивности и качестве урожая различных сортов картофеля. Средняя урожайность клубнеплодов по Кировской области в 2023 и 2024 гг. была 231,0 и 211,0 ц/га соответственно [15]. В условиях торфяной почвы при избыточном увлажнении и теплой погоде в период вегетации культуры в 2023 г. урожайность картофеля сортов Беллароза и Ред Соня была ниже средней урожайности по Кировской области на 77,8 и 16,7 ц/га. В более сухом 2024 г. снижение урожайности по сравнению с областными показателями составило 17,5 и 38,4 ц/га. Урожайность картофеля сорта

Ред Леди была стабильно высокой при любых погодных условиях, выше среднего по области на 30–55,1 ц/га при НСР_{0,5} = 14,4 ц/га (табл. 1).

1. Урожайность различных сортов картофеля на осушенной торфяной почве, ц/га

Год	Ред Соня	Беллароза	Ред Леди	Среднее по Кировской области
2023	214,3	153,2	261,0	231,0
2024	176,2	193,5	266,1	211,0
НСР _{0,5}	14,4			

Показатели питательной ценности картофеля зависят от содержания в клубнях отдельных химических компонентов.

Содержание химических соединений, накапливаемых в клубнях, меняется в зависимости от сорта, почвенно-климатических условий и многого другого. По химическому составу картофель каждого из изучаемых сортов при возделывании на торфяной почве отвечает требованиям, предъявляемым к продовольственному картофелю [16].

При оценке урожая картофеля также учитывается не только его величина, но и качество произведенной продукции и химический состав клубней. Содержание

крахмала в клубнях определяли с помощью ареометра, данный показатель колебался от 12,0 до 14,5%. В более сухой и теплый 2024 г. содержание крахмала во всех изучаемых сортах было выше, чем в более влажном 2023 г.

Помимо крахмала, картофель содержит и другие биологически важные вещества. Накопление протеина в большей степени было отмечено в теплый, но влажный 2023 г., независимо от сорта (15% в 1 кг СВ), чем в теплый, но более сухой 2024 г. (10–11% в 1 кг СВ). Содержание фосфора в клубнях всех сортов соответствует требованиям, содержание калия чуть ниже, 1,7–2,0%, при средних для картофеля 2,66 % (табл. 2.).

2. Химический состав клубней картофеля

Сорт картофеля	Год	Содержится в 1 кг сухого вещества, %								
		крахмал	протеин	клетчатка	зола	жир	БЭВ	Р	К	Са
Ред Соня	2023	12,3	15,1	3,0	5,0	1,1	73,7	0,28	1,93	0,55
	2024	13,8	10,4	2,4	3,8	0,6	82,8	0,26	1,65	0,69
Беллароза	2023	12,0	13,9	3,0	5,2	0,9	77,0	0,30	1,76	0,54
	2024	13,5	14,3	3,0	4,5	0,7	77,4	0,29	1,85	0,73
Ред Леди	2023	12,5	15,1	2,4	4,0	2,1	76,5	0,23	1,69	0,55
	2024	14,5	10,7	2,5	4,1	0,5	82,3	0,24	1,91	0,73

При оценке качества произведенной продукции, помимо урожайности и химического состава, имеет значение уро-

вень продуктивности возделываемой культуры и агроэнергетическая эффективность выращивания этой культуры в

определенных почвенных и климатических условиях. Выращивание пропашных неизменно остается наиболее затратным приемом возделывания среди всех сельскохозяйственных культур. В условиях старопахотной низинной торфяной почвы при высокой продуктивности картофеля отмечены максимальные затраты антропогенной энергии, которые составили в 2023 и 2024 гг. соответственно 41,6 и 43,3 ГДж/га при окупаемости антропогенных затрат 105–181%. В то время, как при возделывании многолетних трав затраты составляли 17–19 ГДж/га.

В предыдущие 48 лет на данном поле бессменно возделывались морковь, свекла кормовая, турнепс, и в течение 20 лет из этого срока выращивался картофель без учета его сортовой принадлежности. Продуктивность данной куль-

туры была достаточно высокой. По средним многолетним показателям, при бессменном выращивании на торфяной почве картофеля различных сортов в течение 20 лет сбор сухого вещества составлял 5,3 т/га, сбор кормовых единиц — 6,2 тыс. корм. ед./га, обменной энергии — 68,2 ГДж/га. В 2023–2024 гг. проводилась сравнительная оценка показателей уровня продуктивности трех изучаемых сортов картофеля, которая дала следующие результаты. Урожайность СВ картофеля сорта Беллароза составила в 2023 г. 4,2 ц/га, в 2024 г. — 4,5 ц/га; у сорта Ред Соня данные показатели примерно на том же уровне — в среднем за два года 4,65 ц/га. Урожайность СВ картофеля сорта Ред Леди выше, чем у сорта Беллароза на 31%, а по сравнению с сортом Ред Соня — на 23%. (табл. 3).

3. Продуктивность картофеля различных сортов при возделывании на осушенной торфяной почве

Сорта картофеля	Урожайность СВ картофеля, ц/га		Сырой протеин, ц/га		Кормовые единицы, тыс./га		Обменная энергия, ГДж/га	
	2023 г.	2024 г.	2023 г.	2024 г.	2023 г.	2024 г.	2023 г.	2024 г.
Ред Соня	4,5	4,8	7,3	5,0	5,7	6,1	56,7	60,4
Беллароза	4,2	4,5	5,9	5,0	5,3	5,7	53,0	57,0
Ред Леди	5,5	5,9	9,9	6,2	8,8	7,3	85,2	72,9

Количество сырого протеина в 2023 и 2024 гг. в клубнях картофеля сорта Беллароза было примерно на одном уровне (5,0 и 5,3 ц/га); у сортов Ред Соня и Ред Леди уровень сырого протеина был выше в более влажном 2023 г. соответственно в 1,5–1,6 раза. Сбор кормовых единиц у сортов Беллароза и Ред Соня был ниже средних многолетних показателей в данных условиях, а у сор-

та Ред Леди в 2023 г. — выше средних на 2,6 тыс. корм. ед./га и на 1,1 тыс. в 2024 г. По сбору обменной энергии сорта картофеля Беллароза и Ред Соня также были близки между собой, а у картофеля сорта Ред Леди данный показатель был выше на 15,9–32,2 ГДж/га по сравнению с другими изучаемыми сортами. При сравнительной оценке изучаемых сортов продуктивность картофеля сорта

Ред Леди выше, чем у двух других сортов и выше средних показателей при многолетнем возделывании картофеля на данном участке торфяной почвы.

Заключение. Сравнительный анализ по выбранным параметрам позволил выявить ключевые различия и преимущества каждого из сортов для принятия обоснованного решения при выборе наиболее подходящего сорта картофеля к возделыванию в условиях осушенного низинного торфяника. Результаты двухлетних исследований показали, что при высоких агроэнергетических затратах в процессе выращивания пропашных культур урожайность картофеля, возде-

ливаемого на осушенной торфяной почве, в большей степени зависит от выбранного сорта, чем от погодных условий. Оценка каждого из изучаемых сортов картофеля показала, что наиболее стабильными результатами по урожайности клубнеплодов и качеству продукции отличается картофель сорта Ред Леди. Опыт показал, что, хотя данный ранний сорт картофеля включен в Госреестр только по Северо-Кавказскому (6) и Средневолжскому (7) регионам, он может успешно применяться для использования в сельскохозяйственном производстве в почвенно-климатических условиях Волго-Вятского региона.

Литература

1. Газданова И.О., Бекмурзов Б.В. Урожайность и качество картофеля в зависимости от применения различных доз минеральных удобрений // Аграрный вестник Урала. – 2022. – № 5(220). – С. 2–11.
2. Гаспарян И.Н., Гаспарян Ш.В. Картофель: технология возделывания и хранения [Электронный ресурс]: Учебное пособие для вузов. – 2-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2018. – 256 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/107910> (дата обращения 04.03.2025).
3. Синцова Н.Ф., Лыскова И.В., Лыскова Т.В. Оценка сортов картофеля по динамике накопления урожайности в условиях Кировской области // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 5(175). – С. 24–30. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41040137> (дата обращения 04.03.2025.).
4. Актуальные проблемы и приоритетные направления развития картофелеводства / А.В. Коршунов, Е.А. Симаков, Ю.Н. Лысенко, Б.В. Анисимов, А.В. Митюшкин, М.Ю. Гаитов // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32, № 3. – С. 12–20. – DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10303.
5. Изучение состава картофеля по хозяйственно ценным признакам, определяющим его пригодность к промышленной переработке / А.В. Семенова, В.Г. Гольдштейн, В.А. Дегтярев, А.А. Морозова, А.К. Королева // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2022. – Т. 23, № 6. – С. 841–851. – DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.6.841-851.
6. Итоги уборки урожая [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://43.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Уборка%20урожая_2024.pdf. (дата обращения 23.02.2025).
7. Смирнова А.В., Хлопов А.А., Лыбенко Е.С. Агроэкологическая оценка возделывания картофеля (*Solanum tuberosum* L.) в условиях монокультуры на торфяных почвах // Картофель и овощи. – 2023. – № 9. – С. 25–30.
8. ГОСТ 10650-72. Торф. Метод определения степени разложения [Электронный ресурс]. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294840/4294840147.pdf> (дата обращения 08.03.2025).

9. ГОСТ 28245-89. Торф. Методы определения ботанического состава и степени разложения [Электронный ресурс]. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294826/4294826540.pdf> (дата обращения 08.03.2025).
10. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М. : Издательство Московского университета, 1970. – 490 с.
11. Сорты растений, включенных в Государственный реестр селекционных достижений [Электронный ресурс]. – URL: <https://web.archive.org/web/20190105201357/https://reestr.gossort.com/reestr/culture/15908>. (дата обращения 04.03.2025).
12. ГОСТ 33996-2016. Картофель семенной. Технические условия и методы определения качества [Электронный ресурс]. – URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/53d/4293748329.pdf> (дата обращения 11.03.2025).
13. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 2. Часть 1. – Л. : Гидрометеиздат, 1985. – 111 с.
14. Ковшова В.Н. Управление продуктивностью луговых агрофитоценозов на органогенных почвах в условиях изменяющегося климата // Материалы международной научной конференции «Агрофизический институт: 90 лет на службе земледелия и растениеводства» (ФГБНУ АФИ, Санкт-Петербург, Россия, 14–15 апреля 2022 г.). – СПб., 2022. – С. 758–762.
15. Урожайность картофеля в Кировской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.newsler.ru/economics/2024/09/25/v-kirovskoj-oblasti-rezko-snizilsya-sbor-zerna> (дата обращения 26.02.2025).
16. Таблицы калорийности, пищевой ценности и химического состава продуктов питания и готовых блюд [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://shkolastarikovskaya-r31.gosweb.gosuslugi.ru/netcat_files/30/69/tablica_kaloriinosti.pdf (дата обращения 11.03.2025).

References

1. Gazdanova I.O., Bekmurzov B.V. Urozhaynost' i kachestvo kartofelya v zavisimosti ot primeneniya razlichnykh doz mineral'nykh udobreniy [Potato yield and quality depending on the use of various doses of mineral fertilizers]. *Agrarnyy vestnik Urala [Agrarian Bulletin of the Urals]*, 2022, no. 5(220), pp. 2–11.
2. Gasparyan I.N., Gasparyan Sh.V. Kartofel': tekhnologiya vozdel'yvaniya i khraneniya: Uchebnoye posobiye dlya vuzov [Potato: technology of cultivation and storage: Textbook for universities]. St. Petersburg, Lan Publ., 2018, 256 p. Access mode: <https://e.lanbook.com/book/107910> (accessed 03/04/2025).
3. Sintsova N.F., Lyskova I.V., Lyskova T.V. Otsenka sortov kartofelya po dinamike nakopleniya urozhaynosti v usloviyakh Kirovskoy oblasti [Evaluation of potato varieties by the dynamics of yield accumulation in the conditions of the Kirov region]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of the Altai State Agrarian University]*, 2019, no. 5(175), pp. 24–30. Access mode: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41040137> (accessed 03/04/2025.).
4. Korshunov A.V., Simakov E.A., Lysenko Yu.N., Anisimov B.V., Mityushkin A.V., Gaitov M.Yu. Aktual'nyye problemy i prioritetye napravleniya razvitiya kartofelevodstva [Actual problems and priority directions of potato growing development]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Achievements of science and technology of the agro-industrial complex]*, 2018, vol. 32, no. 3, pp. 12–20. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10303.
5. Semenova A.V., Goldshteyn V.G., Degtyarev V.A., Morozova A.A., Koroleva A.K. Izucheniye sostava kartofelya po khozyaystvenno tsennym priznakam, opredelyayushchim yego prigodnost' k promyshlennoy pererabotke [Study of potato composition according to economically valuable characteristics that determine its suitability for industrial processing]. *Agrarnaya nauka Yevro-Severo-Vostoka [Agrarian Science of the Euro-North-East]*, 2022, vol. 23, no. 6, pp. 841–851. DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.6.841-851.

6. Itogi uborki urozhaya [The results of harvesting]. Access mode: <https://43.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Уборка%20урожа%202024.pdf>. (accessed 02/23/2025).
7. Smirnova A.V., Khlopov A.A., Lybenko E.S. Agroekologicheskaya otsenka vozdel'yvaniya kartofelya (*Solanum tuberosum* L.) v usloviyakh monokul'tury na torfyanykh pochvakh [Agroecological assessment of potato cultivation (*Solanum tuberosum* L.) in monoculture conditions on peat soils]. *Kartofel' i ovoshchi* [Potatoes and vegetables], 2023, no. 9, pp. 25–30.
8. GOST 10650-72. Torf. Metod opredeleniya stepeni razlozheniya [Peat. Determination of the disintegration degree]. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294840/4294840147.pdf> (accessed 03/08/2025).
9. GOST 28245-89. Torf. Metody opredeleniya botanicheskogo sostava i stepeni razlozheniya [Turf. Methods for determination of botanical composition and degree of decomposition]. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294826/4294826540.pdf> (accessed 03/08/2025).
10. Arinushkina E.V. Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv [Handbook of Chemical analysis of soils]. Moscow, Moscow University Publ., 1970, 490 p.
11. Sorta rasteniy, vklyuchennykh v Gosudarstvennyy reyestr selektsionnykh dostizheniy [Plant varieties included in the State Register of Breeding Achievements]. URL: <https://web.archive.org/web/20190105201357/https://reestr.gossort.com/reestr/culture/15908>. (accessed 03/04/2025).
12. GOST 33996-2016. Kartofel' semennoy. Tekhnicheskiye usloviya i metody opredeleniya kachestva [Seed potatoes. Specifications and methods for determining quality]. URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/53d/4293748329.pdf> (accessed 03/11/2025).
13. Nastavleniye gidrometeorologicheskim stantsiyam i postam [Instructions for hydrometeorological stations and posts]. Issue 2. Part 1. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1985, 111 p.
14. Kovshova V.N. Upravleniye produktivnost'yu lugovykh agrofitotsenozov na organogennykh pochvakh v usloviyakh izmenyayushchegosya klimata [Productivity management of meadow agro-phytocenoses on organogenic soils in a changing climate]. *Materialy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii "Agrofizicheskiy institut: 90 let na sluzhbe zemledeliya i rasteniyevodstva" (FGBNU AFI, Sankt-Peterburg, Rossiya, 14–15 aprelya 2022 g.)* [Proceedings of the international scientific conference "Agrophysical Institute: 90 years in the service of agriculture and crop production", FGBNU AFI, St. Petersburg, Russia, April 14–15, 2022]. St. Petersburg, 2022, pp. 758–762.
15. Urozhaynost' kartofelya v Kirovskoy oblasti [Potato yield in the Kirov region]. Access mode: <https://www.newsler.ru/economics/2024/09/25/v-kirovskoj-oblasti-rezko-snizilsya-sbor-zerna> (accessed 02/26/2025).
16. Tablitsy kaloriynosti, pishchevoy tsennosti i khimicheskogo sostava produktov pitaniya i gotovykh blyud [Tables of caloric content, nutritional value and chemical composition of food and ready meals]. Access mode: https://shkolastarikovskaya-r31.gosweb.gosuslugi.ru/netcat_files/30/69/tablica_kaloriynosti.pdf (accessed 03/11/2025).

УДК 631.524:631.415.1

DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2025-1-42-54

ПРОВОКАЦИОННЫЕ ФОНЫ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ КИСЛОТОУСТОЙЧИВЫХ ГЕНОТИПОВ ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР, КЛЕВЕРА И ЛЮЦЕРНЫ*

А.А. Ионов, научный сотрудник

ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»

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

a.ionov@vniikormov.ru

PROVOCATIVE BACKGROUNDS FOR HIGHLIGHTING ACID-RESISTANT GENOTYPES OF CEREALS, CLOVER AND ALFALFA

A.A. Ionov, Researcher

Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology

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

a.ionov@vniikormov.ru

Приведены данные о состоянии пахотных земель в мире, а также обобщены научные результаты по применению в селекции злаковых и многолетних бобовых культур провокационных фонов с повышенной кислотностью почвенного раствора (рН от 3,0 до 4,8) для условий Нечерноземной зоны Российской Федерации. Представлен обзор 49 научных источников за период с 1991 по 2024 гг. для злаковых культур: озимой ржи, овса пленчатого, ярового ячменя и пшеницы, и за период с 1999 по 2025 гг. для многолетних бобовых культур: люцерны и клевера. Методом анализа и обобщения установлено, что для выделения генотипов злаковых культур, устойчивых к повышенной почвенной кислотности, оптимальными значениями кислотности почвенного раствора провокационного фона являются значения рН от 3,8 до 4,2. Для многолетних бобовых культур (люцерна и клевер) оптимальными значениями рН почвенного раствора являются значения от 3,0 до 4,8. Отмечено, что применение методов биотехнологии, а также метода симбиотической селекции в отношении злаковых культур, клевера и люцерны способствует ускорению селекционного процесса на 5–10 лет в зависимости от исследуемой культуры.

Ключевые слова: кислотостойчивость, провокационный фон, зерновые культуры, многолетние бобовые культуры.

The article presents data on the state of arable lands in the world, as well as summarizes scientific results on the use of provocative backgrounds with high acidity of soil solution (pH from 3.0 to 4.8) in the breeding of cereals and perennial legumes for the conditions of the Non-Chernozem zone of the Russian Feder-

*Исследования проводятся в рамках выполнения тематики государственного задания «Вывести новые сорта сельскохозяйственных культур (кормовых, аридных, зерновых и зернобобовых, плодовых и масличных), адаптированных к различным почвенно-климатическим условиям Российской Федерации и отличающихся высокой устойчивостью к основным заболеваниям и к местным неблагоприятным условиям среды, на основе использования существующих и вновь создаваемых методов получения исходного материала с заданными свойствами (FGGW-2025-0002)».

ation. A review of 49 scientific sources for the period from 1991 to 2024 is presented for cereals: winter rye, oats, spring barley and wheat, and for the period from 1999 to 2025 for perennial legumes: alfalfa and clover. By the method of analysis and generalization, it was found that to isolate the genotypes of cereal crops resistant to increased soil acidity, the optimal values of the acidity of the soil solution of the provocative background are pH values from 3.8 to 4.2. For perennial legumes (alfalfa and clover), the optimal pH values of the soil solution are values from 3.0 to 4.8. The article also notes that the use of biotechnology methods, as well as the method of symbiotic breeding, in relation to cereals, clover and alfalfa, accelerates the breeding process by 5–10 years, depending on the crop under study.

Keywords: acid resistance, provocative background, grain crops, perennial legumes.

Выращивание сельскохозяйственных культур требует учета множества факторов: климатические условия, гранулометрический состав почв, длина светового дня, длина вегетационного периода, содержание основных питательных элементов, гумуса и др. По состоянию на 2010 г. пахотные земли в мире занимали 1,35 млрд га суши, что составляет всего 0,2 га на человека. Значительные площади пахотных земель сталкиваются с серьезными стрессовыми факторами, включая деградацию и низкое качество [1]. В 2020 г. было отмечено, что лишь 10% пашни свободны от действия стрессовых факторов, что, согласно приведенным выше данным, составляет всего 135 млн га [2]. В России большинство пахотных земель характеризуется повышенной кислотностью ($\text{pH} \leq 5,5$) и на этих землях ведение сельского хозяйства без применения мелиоративных приемов невозможно [3]. Более точных данных о площади земель с повышенной кислотностью в РФ нет.

Сельское хозяйство требует в первую очередь стрессоустойчивых сортов, что обусловлено, прежде всего, пестротой почвенного покрова и глобальным изменением климата [4]. По мнению академика А.А. Жученко, действие абиотических и биотических стрессоров — главная причина значительных различий ме-

жду потенциальной и реализованной урожайностью сельскохозяйственных культур [5]. Одним из главных стрессовых факторов является кислая реакция почвенного раствора.

Для контроля уровня кислотности почвенного раствора самым эффективным способом мелиорации является известкование [6–8]. Само по себе известкование является достаточно дорогостоящим мероприятием, стоимость которого может достигать до нескольких десятков миллионов рублей и даже более, а эффект от внесенного компонента проявляется только через длительный промежуток времени, что говорит о нецелесообразности его применения в условиях малых хозяйств [9–12]. Поэтому возникает необходимость введения в севооборот сельскохозяйственных культур, устойчивых к кислой реакции почвенного раствора и к токсичному действию ионов алюминия. В связи с этим в различных регионах Нечерноземной зоны России ведется селекция культур, устойчивых к почвенной кислотности, что в свою очередь подразумевает использование провокационных и селективных фонов.

Провокационные и селективные фоны являются неотъемлемой частью селекционного процесса. В отношении кислотостойкости эти фоны в целом

представляют собой естественные или искусственно созданные условия повышенной кислотности, то есть повышенного содержания свободных ионов алюминия и водорода.

В условиях филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока – Фаленской селекционной станции (ФСС), посредством многочисленных отборов на провокационном фоне с pH 3,76–3,78, с содержанием $Al^{3+} = 25,5–26,7$ мг/100 г почвы, в период с 1991 по 2016 гг., были проведены селекционные мероприятия и создана популяция сорта озимой ржи Кипрез, устойчивого к повышенной почвенной кислотности [13–15]. В 2016–2020 гг. в опытах по оценке 11 сортов в условиях ФСС, были выделены два сорта: Кипрез и Баптист, которые могут быть использованы в качестве источников устойчивости к повышенной почвенной кислотности. В данном опыте был также применен провокационный фон с pH 3,76–3,78, с содержанием $Al^{3+} = 25,5–26,7$ мг/100 г почвы [16–18]. В лаборатории генетики ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока методом клеточной селекции на селективных провокационных средах получены формы овса, устойчивые к токсичности свободных ионов алюминия. В полевых условиях Кировской и Самарской областей, в опытах 2002–2014 гг. была проведена окончательная оценка полученных регенерантных генотипов в условиях провокационного фона с pH 4,0–4,08, содержанием $Al^{3+} 12,60–13,49$ мг/100 г почвы. В результате были выделены два генотипа овса пленчатого, наиболее устойчивые к повышенной почвенной кислотности [19]. Преимущества генотипов ярового ячменя регенерантного происхождения доказано в

опытах ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока в 2006–2014 гг. В условиях провокационного фона с pH_{KCl} 4,0 и содержанием $Al^{3+} 0,5–9,6$ мг/100 г почвы, были испытаны генотипы ячменя регенерантного происхождения, на основе которых были созданы новые сорта ячменя Форвард и Бионик [20]. В вегетационных опытах 2018 г. в ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, установлено, что все растения регенерантной линии ячменя, выделенные из сорта Биос 1, подщелачивают среду, что говорит о способности растений адаптироваться к стрессовым эдафическим условиям [21]. На провокационном фоне в филиале Красноярского НИИ сельского хозяйства в опытах 2004–2011 гг. проведена оценка кислотоустойчивых форм ячменя и пшеницы, созданных в условиях *in vitro*. На провокационном фоне филиала АО «Лазурное» с pH 4,2, содержанием гумуса 5,3%, P_2O_5 — 7,8 и K_2O — 14,5 мэкв/100 г почвы выделены генотипы ячменя и пшеницы регенерантного происхождения, которые далее были вовлечены в селекционный процесс и доказали эффективность применения культуры *in vitro* [22]. В лабораторных условиях ФГБНУ ФИЦ «Немчиновка» в период 2013–2021 гг. проведена оценка образцов яровой пшеницы на устойчивость к повышенной почвенной кислотности. При закислении питательной среды сульфатом алюминия и последующей оценке пятидневных проростков на ней были выделены несколько сортов яровой пшеницы, устойчивые к эдафическому стрессу (Злата, Лиза, Эстер и др.) [23].

В итоге, для выделения генотипов зерновых культур, устойчивых к повышенной почвенной кислотности, преимущественно используются провокаци-

онные фоны с рН от 3,76 до 4,20 и содержанием свободных ионов алюминия 0,5–26,7 мг/100 г почвы.

Многолетние кормовые культуры являются одним из основных компонентов высокобелковых, эргонасыщенных кормов. Ведущая роль при этом отводится бобовым культурам, из которых наиболее важными являются клевер и люцерна [24–26].

В ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока применяется метод рулонной культуры для отбора кислотоустойчивых генотипов клевера лугового на ранних этапах онтогенеза. Метод заключается в выращивании проростков в рулонах фильтровальной бумаги, помещенных нижней частью в раствор алюмокалиевых квасцов в концентрации алюминия 1,0 мМ, при рН 4,2. Растения с более здоровыми, развитыми корнями рассадным способом были исследованы в полевых условиях Фаленской селекционной станции на провокационных фонах: I. рН 3,78; Al^{3+} 17,27 мг/100 г почвы, II. рН 4,9; Al^{3+} 23,04 мг/100 г почвы. В результате в период 2000–2005 гг. был создан кислотоустойчивый сорт клевера лугового Грин и перспективный селекционный материал [27; 28]. В условиях ФСС в 2016–2017 гг. была проведена оценка 10 генотипов клевера лугового на двух провокационных фонах: 1 — среднекислый (pH_{KCl} 4,64, Al^{3+} 1,42 мг/100 г почвы); 2 — стрессовый алюмокислый фон (pH_{KCl} 3,80, Al^{3+} 28,48 мг/100 г почвы). В результате выделены три популяции, устойчивые к повышенной почвенной кислотности: П-15к, СГПА-53 и П-4/03 [29]. В 1999 г. М.Ю. Новоселов и С.Г. Пайвин (ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса») запатентовали метод отбора ки-

слотоустойчивых генотипов клевера лугового, заключающийся в отборе растений, у которых рН клеточного сока будет ниже рН почвенного раствора. Для определения кислотоустойчивых генотипов предлагается использовать почвы с рН почвенного раствора 4,5 [30]. В 2020 г. М.Н. Агафодорова и др. (ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса») запатентовали метод отбора кислотоустойчивых генотипов клевера лугового. Метод заключается в культивировании на питательной среде Гамборга В5 морфогенной культуры клевера лугового, полученной путем проращивания семян и культивирования проростков на питательной агаризованной среде Гамборга В5 с 2 мг/л 6-бензиламинопурина и 100 мг/л Al^{3+} . Проведение оценки полученной морфогенной ткани по индексу роста через три–четыре недели повторного культивирования эксплантов на селективной среде со 100 мг/л Al^{3+} и по способности образовавшихся из морфогенной ткани растений регенерантов выживать после трех–четырех скашиваний в грунтовой теплице в течение не менее трех лет вегетации было подтверждено в исследовании 2022 г. [31]. Солодкая Л.А. и др. (ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса») при применении вышеозначенного метода выделили генотипы клевера лугового F₃211 и F₃236, которые обладают наиболее высокой продуктивностью семян в условиях повышенной почвенной кислотности [32; 33]. В 2004 г. П.У. Фойгт, Т.Э. Стейли выделили генотипы клевера белого, которые были менее подвержены влиянию повышенной кислотности почвенного раствора. Эти генотипы были отобраны на провокационном фоне в сосудах, наполненных бурым суглинком с

pH почвенного раствора 4,2 [34]. В 1999 г. в ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» была начата работа по выделению кислотоустойчивых генотипов из популяции сорта клевера лугового Топаз. В результате методом трехкратного отбора кислотоустойчивых генотипов в условиях вегетационного опыта и последующей оценки семенного потомства отобранных генотипов на провокационном фоне с pH почвенного раствора 4,0 был создан сорт клевера лугового Агат (включен в Реестр в 2023 г.) [35].

Люцерна — кормовая, высокобелковая культура, которая имеет большое значение как источник сена и бобового компонента силоса [36–38].

Люцерна очень чувствительна к реакции почвенного раствора и может произрастать и давать стабильно высокий урожай только при близкой к нейтральной или нейтральной реакции почвенной среды [39–41]. Для продвижения зоны люцерносеяния в северные регионы новые сорта должны иметь не только высокую продуктивность, но и быть устойчивыми к повышенной кислотности почвенного раствора.

В ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» методами традиционной селекции были созданы кислотоустойчивые сорта люцерны Пастбищная 88, Луговая 67, Селена и др. При проведении сравнения продуктивности сортов отечественной селекции с зарубежными сортами в условиях полевой станции РГАУ–МСХА им. К.А. Тимирязева в период 1996–2011 гг. различий не было обнаружено, что говорит о конкурентной способности сортов отечественной селекции [42]. Другой опыт в РГАУ–МСХА им. К.А. Тимирязева в период 2023–2024 гг. на про-

вокационном фоне с pH_{KCl} 4,5 высокие показатели продуктивности были отмечены у кислотоустойчивых сортов Таисия и Агния, что также свидетельствует о возможности их вовлечения в селекционный процесс для создания более кислотоустойчивых сортов [43]. На основе методов эдафической селекции с применением провокационных фонов с pH 4,5–5,6 в ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» был создан кислотоустойчивый сорт люцерны Селена [44].

Создание новых сортов люцерны — трудоемкий и времязатратный процесс, при котором создание одного сорта может составлять до нескольких десятков лет. Созданная в ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» и запатентованная в 2014 г. биотехнология сопряженной селекции сортов люцерны сокращает продолжительность селекционного процесса на 5–7 лет и позволяет создавать сорта, обладающие повышенной адаптивной способностью, высокой эффективностью симбиоза с клубеньковыми бактериями [45]. С помощью данного метода в условиях ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» на провокационном фоне с pH 4,4–4,8 была создана популяция, которая впоследствии послужила исходным материалом для создания сортов Агния и Таисия [46; 47]. Способом оценки кислотоустойчивости сельскохозяйственных растений в 2023 г. были выделены генотипы люцерны, устойчивые к низким значениям pH почвенного раствора. Провокационный фон был создан посредством применения раствора с pH = 3,0 и 4,0 [48; 49].

Для отбора кислотоустойчивых генотипов злаковых культур оптимальными значениями pH провокационного фона являются значения от 3,8 до 4,9. При от-

боре кислотоустойчивых генотипов клевера и люцерны применяют селективные фоны с рН 3,0–4,8. Применение методов биотехнологии, а также метода симбиотической селекции в отношении злаковых и многолетних бобовых культур способствует ускорению селекционного процесса на 5–10 лет.

Литература

1. Anderson D., Lafond G.P. Global Perspective of Arable Soils and Major Soil Associations. *Prairie Soils and Crops*. 2010, no. 3, pp. 1–8.
2. Кишляк Н.В., Мельникова Н.В., Рожмина Т.А. Механизмы адаптации льна-долгунца к повышенной кислотности почвы (обзор) // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2020. – № 4. – С. 205–212. – DOI: 10.30901/2227-8834-2020-4-205-212.
3. Кислотность и ее негативное воздействие на почвенную среду / И.М. Мазиров, К.О. Рагимова, М.А. Мазиров, А.О. Рагимов // Современные тенденции в научном обеспечении агропромышленного комплекса. – Суздаль–Иваново : ПресСто; ФГБНУ «Верхневолжский федеральный аграрный научный центр», 2022. – С. 23–25.
4. Биоклиматический потенциал России: продуктивность и рациональное размещение сельскохозяйственных культур в условиях изменения климата / А.В. Гордеев, А.Д. Клещенко, Б.А. Черняков [и др.]. – Москва : Типография Россельхозакадемии, 2012. – 203 с. – ISBN 978-5-85941-430-7.
5. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (Эколого-генетические основы): монография. В 2-х томах. – Москва : Изд-во Рос. ун-та дружбы народов; Агрорус, 2001. – Т. 2. – 779 с.
6. Шильников И.А., Аканова Н.И., Баринов В.Н. Методика прогнозирования кислотности почв и расчет баланса кальция в земледелии Нечерноземья Российской Федерации. – М. : ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова, 2003. – 24 с.
7. Небольсин А.Н., Небольсина З.П. Известкование почв. – СПб. : ГНУ ЛНИИСХ, 2010. – 253 с.
8. Влияние различных по размеру фракций доломита на показатели почвенной кислотности легкосуглинистой дерново-подзолистой почвы (эмпирические модели процесса подкисления) / А.В. Литвинович, А.В. Лаврищев, В.М. Буре [и др.] // Агрохимия. – 2017. – № 12. – С. 27–37. – DOI: 10.7868/S0002188117120055.
9. Борщев М.Г. Системный анализ потенциальной эффективности дифференцированного известкования на примере предприятия Воронежской области // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК : Материалы XIII Междунар. науч.-практ. интернет-конференции, п. Правдинский, Московская обл., 08–10 июня 2021 г. – п. Правдинский, Московская обл., 2021. – С. 196–204.
10. Салаев И.В., Царенко В.П. Экономическая эффективность использования отсева сыромолотого доломита в качестве мелиоранта на дерново-подзолистых почвах Северо-Запада РФ // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 4(69). – С. 84–91. – DOI: 10.24412/2078-1318-2022-4-84-91.
11. Продуктивность кукурузы Росс 140 в зависимости от уровня химизации зональных почв республики Татарстан / Ф.Н. Сафиولين, М.М. Хисматуллин, А.А. Лукманов [и др.] // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. – 2023. – № 115. – С. 199–223. – DOI: 10.19047/0136-1694-2023-115-199-223.
12. Вклад извести и минеральных удобрений в формирование урожайности сои (на примере Рязанской области) / Е.В. Гуреева, В.А. Гвоздев, М.В. Овсянникова, В.Е. Маркова // Орошаемое земледелие. – 2022. – № 1. – С. 29–32. – DOI: 10.35809/2618-8279-2022-1-8.

13. Кедрова Л.И., Уткина Е.И. Влияние почвенной кислотности на урожайность озимой ржи и возможности эдафической селекции // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2018. – № 6(67). – С. 17–25.
14. Актуальные направления и результаты селекции озимой ржи в условиях северного земледелия / Е.И. Уткина, Л.И. Кедрова, Е.С. Парфенова [и др.] // Сборник научных статей по итогам работы Международного научного форума «Наука и инновации – современные концепции» (Москва, 28 июня 2019 г.). – М. : Инфинити. 2019. – С. 101–107.
15. Создание кислотоустойчивого сорта озимой ржи Кипрез / Е.И. Уткина, Л.И. Кедрова, Е.А. Шляхтина [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2020. – № 5. – С. 512–520.
16. Шляхтина Е.А. Влияние эдафического стресса на зимостойкость и урожайность озимой ржи // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 3(173). – С. 19–24.
17. Шляхтина Е.А., Уткина Е.И., Кедрова Л.И. Влияние почвенно-климатических условий на зимостойкость и урожайность озимой ржи // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2017. – № 2(22). – С. 111–115.
18. Влияние алюмокислого стресса на морфо-биологические показатели генотипов озимой ржи / Л.И. Кедрова, Е.И. Уткина, Е.А. Шляхтина [и др.] // Успехи современного естествознания. – 2019. – № 12-2. – С. 218–223. – DOI: 10.17513/use.37292.
19. Некоторые результаты и вопросы методологии селекции овса на устойчивость к эдафическому стрессу / Г.А. Баталова, И.Г. Широких, М.В. Тулякова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – № 4(47). – С. 9–15. – DOI: 10.30766/2072-9081.2015.44.4.09-15.
20. Шуплецова О.Н., Щенникова И.Н. Результаты использования клеточных технологий в создании новых сортов ячменя, устойчивых к токсичности алюминия и засухе // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2016. – Т. 20, № 5. – С. 623–628. – DOI: 10.18699/VJ16.183.
21. Шуплецова О.Н., Щенникова И.Н. Средаобразующая активность корневой системы регенерантов ячменя в условиях токсичности кислых почв // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2018. – № 4(65). – С. 42–48.
22. Ступко В.Ю., Луговцова С.Ю., Зобова Н.В. Полевая оценка результативности создания *in vitro* стрессоустойчивых форм ячменя и пшеницы // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 6. – С. 11–14.
23. Адаптивность сортов и линий яровой пшеницы к искусственно создаваемым осмотическому, солевому и кислотному стресс-факторам на ранних этапах онтогенеза / Н.В. Давыдова, Л.А. Марченкова, О.В. Павлова [и др.] // Биосфера. – 2022. – Т. 14, № 4. – С. 306–310.
24. Косолапов В.М., Трофимов И.А. Приоритетное развитие кормопроизводства России // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сборник научных трудов. – М. : Угрешская типография, 2011. – С. 24–42.
25. Косолапов В.М., Трофимов И.А. Значение кормопроизводства в сельском хозяйстве // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2013. – № 2(6). – С. 59–64.
26. Роль многолетних бобовых трав в биологизации земледелия и развитии кормопроизводства Дальнего Востока / Е.П. Иванова, В.А. Чувилина, О.И. Хасбиуллина, И.В. Беркаль // Достижения науки и техники АПК. – 2023. – Т. 37, № 10. – С. 41–46. – DOI: 10.53859/02352451_2023_37_10_41.
27. Селекция клевера лугового на алюмотолерантность / М.И. Тумасова, Н.А. Демшина, М.Н. Грипась, И.А. Корнева // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2006. – № 8. – С. 34–38.
28. Результаты селекции клевера лугового на алюмотолерантность в условиях Северо-Востока европейской части России / О.Л. Онучина, М.Н. Грипась, И.А. Корнева [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2016. – № 6(55). – С. 20–25.
29. Онучина О.Л., Корнева И.А. Адаптивная способность и стабильность селекционных популяций клевера лугового в условиях Кировской области // Адаптивное кормопроизводство. – 2020. – № 4. – С. 30–38.

30. Патент № 2138154 С1 Российская Федерация, МПК А01Н 1/04. Способ отбора кислотоустойчивых форм клевера лугового / Новоселов М.Ю., Пайвин С.Г. Оpubл. 27.09.1999.
31. Патент № 2711781 С1 Российская Федерация, МПК А01Н 1/04. Способ отбора *in vitro* кислотовыносливых форм клевера лугового (*Trifolium pratense* L.) / Солодка Л.А., Агафодорова М.Н., Лапотышкина Л.И. Оpubл. 22.01.2020.
32. Солодка Л.А., Лапотышкина Л.И., Агафодорова М.Н. Методы биотехнологии для создания кислотоустойчивых образцов клевера лугового с повышенной семенной продуктивностью // Кормопроизводство. – 2022. – № 6. – С. 22–26.
33. Солодка Л.А., Лапотышкина Л.А., Агафодорова М.Н. Использование способа отбора *in vitro* на кислотоустойчивость в создании ценного селекционного материала клевера лугового // Инновационные технологии в адаптивно-ландшафтном земледелии : сборник докладов Междунар. науч.-практ. конф., Суздаль, 29–30 июня 2015 г. / ФГБНУ «Владимирский НИИСХ». – Суздаль : ПресСто, 2015. – С. 374–376.
34. Voigt P.W., Staley T.E. Selection for Aluminum and Acid-Soil Resistance in White Clover. *Crop Science*. 2004. No. 1(44). Pp. 38–48.
35. Новый сорт клевера лугового Агат: селекция и основные хозяйственные характеристики / М.Ю. Новоселов, Л.В. Дробышева, О.А. Старшинова, А.А. Однорова // Кормопроизводство. – 2023. – № 9. – С. 30–33. – DOI: 10.25685/krm.2023.9.2023.004.
36. Биологическая ценность протеина бобовых культур / А.В. Кудашева, Г.И. Левахин, Г.Б. Родионова, В.В. Ваншин // Вестник мясного скотоводства. – 2012. – № 4(78). – С. 97–104.
37. Богатырева Е.В., Фоменко П.А., Щекутьева Н.А. Сравнительная оценка силоса из люцерны в чистом виде и в смеси с бобовыми и злаковыми травами // Молочнохозяйственный вестник. – 2018. – № 2(30). – С. 15–22. – URL: https://molochnoe.ru/journal/sites/molochnoe.ru/journal/files/jrnl_publication/book-2_30-v2.pdf (дата обращения: 16.03.2025).
38. Разработка комбинированного силоса для повышения качества эякулятов хряков-производителей / Ж.К. Ибраимова, А.Р. Рустенов, Н.Ж. Елеугалиева, Е.А. Олексиевич // Биотехнология. Теория и практика. – 2013. – № 3. – С. 46–49.
39. Косарева И.А. Изучение коллекций сельскохозяйственных культур и диких родичей по признакам устойчивости к токсическим элементам кислых почв // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2012. – Т. 170, № 1. – С. 35–45.
40. Волошин Е.И., Аветисян А.Т. Руководство по удобрению многолетних бобовых трав (люцерна, клевер, донник, эспарцет). – Красноярск, 2017. – 31 с.
41. Клевер ползучий (*Trifolium repens* L.) в пастбищных экосистемах / Н.Н. Лазарев, О.В. Кухаренкова, А.Р. Тяжкороб, С.М. Авдеев // Кормопроизводство. – 2020. – № 8. – С. 20–26.
42. Лазарев Н.Н., Стародубцева А.М., Пятинский Д.В. Продуктивность различных сортов люцерны российской и голландской селекции в Московской области // Кормопроизводство. – 2014. – № 2. – С. 19–22.
43. Лазарев Н.Н., Дикарева С.А., Куренкова Е.М. Формирование люцерновых травостоев на кислых дерново-подзолистых почвах // Аграрная наука в обеспечении продовольственной безопасности и развитии сельских территорий : сборник материалов VI междунар. науч.-практ. конф. (Луганск, 21 января – 06 февраля 2025 г.). – Луганск, 2025. – С. 41–44.
44. Шамсутдинов З.Ш. Селекция кормовых культур: достижения и задачи // Сельскохозяйственная биология. – 2014. – № 6. – С. 36–45.
45. Степанова Г.В., Золотарев В.Н. Биотехнология сопряженной селекции люцерны на повышение адаптивной способности [Электронный ресурс] // Адаптивное кормопроизводство. – 2015. – № 1. – С. 28–38. – URL: <http://www.adaptagro.ru>.
46. Степанова Г.В. Сорт люцерны изменчивой Таисия [Электронный ресурс] // Адаптивное кормопроизводство. – 2020. – № 2. – С. 21–32. – URL: <http://www.adaptagro.ru>. DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2020-2-21-32.

47. Степанова Г.В. Новые сорта люцерны для Нечерноземной зоны // Аграрная наука на современном этапе: состояние, проблемы, перспективы : Материалы VI научно-практической конференции с международным участием, Вологда–Молочное, 20–21 февраля 2023 г. – Вологда, 2023. – С. 84–88.
48. Оценка потенциальной кислотоустойчивости видов *Medicago* L. на ювенильном этапе онтогенеза / Ю.В. Печегина, Е.В. Думачева, Л.Д. Сайфутдинова [и др.] // Наука и Образование. – 2023. – Т. 6, № 2. – С. 252.
49. Патент № 2505958 С2 Российская Федерация, МПК А01Н 1/04. Способ оценки кислотоустойчивости сельскохозяйственных растений / Зобова Н.В., Ступко В.Ю. Оpubл. 10.02.2014.

References

1. Anderson D., Lafond G.P. Global Perspective of Arable Soils and Major Soil Associations. *Prairie Soils and Crops*. 2010, no. 3, pp. 1–8.
2. Kishlyan N.V., Melnikova N.V., Rozhmina T.A. Mekhanizmy adaptatsii l'na-dolguntsa k povyshennoy kislotnosti pochvy (obzor) [Mechanisms of adaptation of fiber flax to increased soil acidity (review)]. *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i selektsii* [Works on applied botany, genetics and breeding], 2020, no. 4, pp. 205–212. DOI: 10.30901/2227-8834-2020-4-205-212.
3. Mazirov I.M., Ragimova K.O., Mazirov M.A., Ragimov A.O. Kislotnost' i yeye negativnoye vozdeystviye na pochvennyuyu sredu [Acidity and its negative impact on the soil environment]. *Sovremennyye tendentsii v nauchnom obespechenii agropromyshlennogo kompleksa* [Modern trends in scientific support of the agro-industrial complex]. Suzdal–Ivanovo, PresSto Publ., FGBNU "Upper Volga Federal Agrarian Scientific Center", 2022, pp. 23–25.
4. Gordeev A.V., Kleshchenko A.D., Chernyakov B.A. [et al.]. Bioklimaticheskiy potentsial Rossii: produktivnost' i ratsional'noye razmeshcheniye sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v usloviyakh izmeneniya klimata [Bioclimatic potential of Russia: productivity and rational placement of agricultural crops in the context of climate change]. Moscow, Tipografiya Rossel'khozakademii Publ., 2012, 203 p. ISBN 978-5-85941-430-7.
5. Zhuchenko A.A. Adaptivnaya sistema selektsii rasteniy (Ekologo-geneticheskiye osnovy): monografiya [Adaptive system of plant breeding (Ecological and genetic foundations): monograph]. In 2 volumes. Moscow, Publishing house of the Russian University of Friendship of Peoples; Agrorus Publ., 2001. Vol. 2, 779 p.
6. Shilnikov I.A., Akanova N.I., Barinov V.N. Metodika prognozirovaniya kislotnosti pochv i raschet balansa kal'tsiya v zemledelii Nечернозем'ya Rossiyskoy Federatsii [Methodology for predicting soil acidity and calculating calcium balance in agriculture of the Non-Black Earth Region of the Russian Federation]. Moscow, 2003, 24 p.
7. Nebolsin A.N., Nebolsina Z.P. Soil liming. St. Petersburg, 2010, 253 p.
8. Litvinovich A.V., Lavrishchev A.V., Bure V.M. [et al.] Vliyaniye razlichnykh po razmeru fraktsiy dolomita na pokazateli pochvennoy kislotnosti legkosuglinistoy dervno-podzolistoy pochvy (empiricheskiye modeli protsessa podkisljeniya) [The influence of dolomite fractions of different sizes on the soil acidity indices of light loamy sod-podzolic soil (empirical models of the acidification process)]. *Agrokimiya* [Agrochemistry], 2017, no. 12, pp. 27–37. DOI: 10.7868/S0002188117120055.
9. Borshchev M.G. Sistemnyy analiz potentsial'noy effektivnosti differentsirovannogo izvestkovaniya na primere predpriyatiya Voronezhskoy oblasti [Systems analysis of the potential efficiency of differentiated liming using the example of an enterprise in the Voronezh region]. *Nauchno-informatsionnoye obespecheniye innovatsionnogo razvitiya APK : Materialy XIII Mezhdunar. nauch.-prakt. internet-konferentsii, p. Pravdinskiy, Moskovskaya obl., 08–10 iyunya 2021 g.* [Scientific and information support for innovative development of the agro-industrial complex: Proceed-

- ings of the XIII International scientific and practical Internet conference, Pravdinsky, Moscow Region, June 08–10, 2021]. Pravdinsky, Moscow Region, 2021, pp. 196–204.
10. Salaev I.V., Tsarenko V.P. Ekonomicheskaya effektivnost' ispol'zovaniya otseva syromolotogo dolomita v kachestve melioranta na dernovo-podzolistykh pochvakh Severo-Zapada RF [Economic efficiency of using screenings of raw-ground dolomite as an ameliorant on sod-podzolic soils of the North-West of the Russian Federation]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the St. Petersburg State Agrarian University], 2022, no. 4(69), pp. 84–91. DOI: 10.24412/2078-1318-2022-4-84-91.
 11. Safiolin F.N., Khismatullin M.M., Lukmanov A.A. [et al.] Produktivnost' kukuruzy Ross 140 v zavisimosti ot urovnya khimizatsii zonal'nykh pochv Respubliki Tatarstan [Productivity of corn Ross 140 depending on the level of chemicalization of zonal soils of the Republic of Tatarstan]. *Byulleten' Pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchayeva* [Bulletin of the Soil Institute named after V.V. Dokuchaev], 2023, no. 115, pp. 199–223. DOI: 10.19047/0136-1694-2023-115-199-223.
 12. Gureeva E.V., Gvozdev V.A., Ovsyannikova M.V., Markova V.E. Vklad izvesti i mineral'nykh udobreniy v formirovaniye urozhaynosti soi (na primere Ryazanskoy oblasti) [The contribution of lime and mineral fertilizers to the formation of soybean yield (on the example of the Ryazan region)]. *Oroshayemoye zemledeliye* [Irrigated agriculture], 2022, no. 1, pp. 29–32. DOI: 10.35809/2618-8279-2022-1-8.
 13. Kedrova L.I., Utkina E.I. Vliyaniye pochvennoy kislotnosti na urozhaynost' ozimoy rzhi i vozmozhnosti edaficheskoy selektsii [The influence of soil acidity on the yield of winter rye and the possibilities of edaphic selection]. *Agrarnaya nauka Yevro-Severo-Vostoka* [Agrarian Science of the Euro-North-East], 2018, no. 6(67), pp. 17–25.
 14. Utkina E.I., Kedrova L.I., Parfenova E.S. [et al.] Aktual'nyye napravleniya i rezul'taty selektsii ozimoy rzhi v usloviyakh severnogo zemledeliya [Current trends and results of winter rye breeding in northern farming conditions]. *Sbornik nauchnykh statey po itogam raboty Mezhdunarodnogo nauchnogo foruma «Nauka i innovatsii – sovremennyye kontseptsii» (Moskva, 28 iyunya 2019 g.)* [Collection of scientific articles based on the results of the International Scientific Forum "Science and Innovation – Modern Concepts" (Moscow, June 28, 2019)]. Moscow, Infinity Publ., 2019, pp. 101–107.
 15. Utkina E.I., Kedrova L.I., Shlyakhtina E.A. [et al.] Sozdaniye kisloustoychivogo sorta ozimoy rzhi Kiprez [Creation of an acid-resistant winter rye variety Kiprez]. *Agrarnaya nauka Yevro-Severo-Vostoka* [Agrarian Science of the Euro-North-East], 2020, no. 5, pp. 512–520.
 16. Shlyakhtina E.A. Vliyaniye edaficheskogo stressa na zimostoykost' i urozhaynost' ozimoy rzhi [Effect of edaphic stress on winter hardiness and yield of winter rye]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Altai State Agrarian University], 2019, no. 3(173), pp. 19–24.
 17. Shlyakhtina E.A., Utkina E.I., Kedrova L.I. Vliyaniye pochvenno-klimaticheskikh usloviy na zimostoykost' i urozhaynost' ozimoy rzhi [Influence of soil and climatic conditions on winter hardiness and yield of winter rye]. *Zernobobovyye i krupyanyye kul'tury* [Grain legumes and groats crops], 2017, no. 2(22), pp. 111–115.
 18. Kedrova L.I., Utkina E.I., Shlyakhtina E.A. [et al.] Vliyaniye alyumokislogo stressa na morfo-biologicheskiye pokazateli genotipov ozimoy rzhi [The influence of aluminum acid stress on the morpho-biological parameters of winter rye genotypes]. *Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya* [Advances in modern natural science], 2019, no. 12-2, pp. 218–223. DOI: 10.17513/use.37292.
 19. Batalova G.A., Shirokikh I.G., Tulyakova M.V. [et al.] Nekotoryye rezul'taty i voprosy metodologii selektsii ovsa na ustoychivost' k edaficheskomu stressu [Some results and questions of methodology of oat breeding for resistance to edaphic stress]. *Agrarnaya nauka Yevro-Severo-Vostoka* [Agrarian science of the Euro-North-East], 2015, no. 4(47), pp. 9–15. DOI: 10.30766/2072-9081.2015.44.4.09-15.

20. Shupletsova O.N., Shchennikova I.N. Rezul'taty ispol'zovaniya kletochnykh tekhnologiy v sozdanii novykh sortov yachmenya, ustoychivyykh k toksichnosti alyuminiya i zasukhe [Results of using cellular technologies in creating new barley varieties resistant to aluminum toxicity and drought]. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i seleksii* [Vavilov Journal of Genetics and Breeding], 2016, vol. 20, no. 5, pp. 623–628. DOI: 10.18699/VJ16.183.
21. Shupletsova O.N., Shchennikova I.N. Sredoobrazuyushchaya aktivnost' kornevoy sistemy regenerantov yachmenya v usloviyakh toksichnosti kislykh pochv [Environment-forming activity of the root system of barley regenerants under conditions of acidic soil toxicity]. *Agrarnaya nauka Yevro-Severo-Vostoka* [Agrarian Science of the Euro-North-East], 2018, no. 4(65), pp. 42–48.
22. Stupko V.Yu., Lugovtsova S.Yu., Zobova N.V. Polevaya otsenka rezul'tativnosti sozdaniya in vitro stressoustoychivyykh form yachmenya i pshenitsy [Field assessment of the effectiveness of in vitro creation of stress-resistant forms of barley and wheat]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the agro-industrial complex], 2014, no. 6, pp. 11–14.
23. Davydova N.V., Marchenkova L.A., Pavlova O.V. [et al.] Adaptivnost' sortov i liniy yarovoy pshenitsy k iskusstvenno sozdavayemym osmoticheskomu, solevomu i kislotnomu stress-faktoram na rannikh etapakh ontogeneza [Adaptability of spring wheat varieties and lines to artificially created osmotic, salt and acid stress factors at the early stages of ontogenesis]. *Biosfera* [Biosphere], 2022, vol. 14, no. 4, pp. 306–310.
24. Kosolapov V.M., Trofimov I.A. Prioritetnoye razvitiye kormoproizvodstva Rossii [Priority development of forage production in Russia]. *Mnogofunktsional'noye adaptivnoye kormoproizvodstvo: sbornik nauchnykh trudov* [Multifunctional adaptive forage production: collection of scientific papers]. Moscow, Ugreshskaya tipografiya Publ., 2011, pp. 24–42.
25. Kosolapov V.M., Trofimov I.A. Znachenie kormoproizvodstva v sel'skom khozyaystve [The importance of forage production in agriculture]. *Zernobobovyye i krupyanyye kul'tury* [Grain legumes and groats crops], 2013, no. 2(6), pp. 59–64.
26. Ivanova E.P., Chuvilina V.A., Khasbiullina O.I., Berkal I.V. Rol' mnogoletnikh bobovykh trav v biologizatsii zemledeliya i razvitiya kormoproizvodstva Dal'nego Vostoka [The role of perennial legumes in the biologization of agriculture and the development of forage production in the Far East]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology in the agro-industrial complex], 2023, vol. 37, no. 10, pp. 41–46. DOI: 10.53859/02352451_2023_37_10_41.
27. Tumasova M.I., Demshina N.A., Gripas M.N., Korneva I.A. Seleksiya klevera lugovogo na alyumotolerantnost' [Breeding of red clover for aluminum tolerance]. *Agrarnaya nauka Yevro-Severo-Vostoka* [Agrarian Science of the Euro-North-East], 2006, no. 8, pp. 34–38.
28. Onuchina O.L., Gripas M.N., Korneva I.A. [et al.] Rezul'taty seleksii klevera lugovogo na alyumotolerantnost' v usloviyakh Severo-Vostoka yevropeyskoy chasti Rossii [Results of red clover breeding for aluminum tolerance in the conditions of the North-East of the European part of Russia]. *Agrarnaya nauka Yevro-Severo-Vostoka* [Agrarian Science of the Euro-North-East], 2016, no. 6(55), pp. 20–25.
29. Onuchina O.L., Korneva I.A. Adaptivnaya sposobnost' i stabil'nost' selektsionnykh populyatsiy klevera lugovogo v usloviyakh Kirovskoy oblasti [Adaptive capacity and stability of breeding populations of red clover in the conditions of the Kirov region]. *Adaptivnoye kormoproizvodstvo* [Adaptive fodder production], 2020, no. 4, pp. 30–38.
30. Patent No. 2138154 C1 Russian Federation, IPC A01H 1/04. Sposob otbora kislotoustoychivyykh form klevera lugovogo [Method for selecting acid-resistant forms of red clover]. Novoselov M.Yu., Payvin S.G. Published 09.27.1999.
31. Patent No. 2711781 C1 Russian Federation, IPC A01H 1/04. Sposob otbora in vitro kislotovynoslivyykh form klevera lugovogo (*Trifolium pratense* L.) [Method for in vitro selection of acid-tolerant forms of red clover (*Trifolium pratense* L.)]. Solodkaya L.A., Agafodorova M.N., Lapotyshkina L.I. Published 01/22/2020.

32. Solodkaya L.A., Lapotyshkina L.I., Agafodorova M.N. Metody biotekhnologii dlya sozdaniya kislotoustoychivyykh obraztsov klevera lugovogo s povyshennoy semennoy produktivnost'yu [Biotechnology methods for creating acid-resistant red clover samples with increased seed productivity]. *Kormoproizvodstvo* [Forage production], 2022, no. 6, pp. 22–26.
33. Solodkaya L.A., Lapotyshkina L.A., Agafodorova M.N. Ispol'zovaniye sposoba otbora in vitro na kislotoustoychivost' v sozdanii tsennogo selektsionnogo materiala klevera lugovogo [Using the method of in vitro selection for acid resistance in the creation of valuable breeding material of red clover]. *Innovatsionnyye tekhnologii v adaptivno-landshaftnom zemledelii: sbornik dokladov Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Suzdal', 29–30 iyunya 2015 g. Vladimirskiy NIISKH* [Innovative technologies in adaptive-landscape agriculture: collection of reports of the International scientific-practical conf., Suzdal, June 29–30, 2015. Vladimir Research Institute of Agriculture]. Suzdal, PresSto, 2015, pp. 374–376.
34. Voigt P.W., Staley T.E. Selection for Aluminum and Acid-Soil Resistance in White Clover. *Crop Science*. 2004. No. 1(44). Pp. 38–48.
35. Novoselov M.Yu., Drobysheva L.V., Starshinova O.A., Odnovorova A.A. Novyy sort klevera lugovogo Agat: selektsiya i osnovnyye khozyaystvennyye kharakteristiki [New variety of red clover Agat: selection and main economic characteristics] *Kormoproizvodstvo* [Forage production], 2023, no. 9, pp. 30–33. DOI: 10.25685/krm.2023.9.2023.004.
36. Kudasheva A.V., Levakhin G.I., Rodionova G.B., Vanshin V.V. Biologicheskaya tsennost' proteina bobovykh kul'tur [Biological value of legume protein]. *Vestnik myasnogo skotovodstva* [Bulletin of Meat Cattle Breeding], 2012, no. 4(78), pp. 97–104.
37. Bogatyreva E.V., Fomenko P.A., Shchekutyeva N.A. Sravnitel'naya otsenka silosa iz lyutserny v chistom vide i v smesi s bobovymi i zlakovymi travami [Comparative assessment of alfalfa silage in pure form and in a mixture with legumes and cereal grasses]. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Farming Bulletin], 2018, no. 2(30), pp. 15–22. URL: https://molochnoe.ru/journal/sites/molochnoe.ru/journal/files/jrnl_publication/book-2_30-v2.pdf (date of access: 16.03.2025).
38. Ibraimova Zh.K., Rustenov A.R., Eleugalieva N.Zh., Oleksievich E.A. Razrabotka kombinirovannogo silosa dlya povysheniya kachestva eyakulyatov khryakov-proizvoditeley [Development of a combined silo to improve the quality of boar ejaculates]. *Biotehnologiya. Teoriya i praktika* [Biotechnology. Theory and Practice], 2013, no. 3, pp. 46–49.
39. Kosareva I.A. Izucheniye kollektsiy sel'skokhozyaystvennykh kul'tur i dikikh rodichey po priznakam ustoychivosti k toksicheskim elementam kislykh pochv [Study of collections of agricultural crops and wild relatives for signs of resistance to toxic elements of acidic soils]. *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i selektsii* [Works on applied botany, genetics and selection], 2012, vol. 170, no. 1, P. 35–45.
40. Voloshin E.I., Avetisyan A.T. Rukovodstvo po udobreniyu mnogoletnikh bobovykh trav (lyutserna, klever, donnik, espartset) [Guide to fertilizing perennial legumes (alfalfa, clover, sweet clover, sainfoin)]. Krasnoyarsk, 2017, 31 p.
41. Lazarev N.N., Kukharenskova O.V., Tyazhkorob A.R., Avdeev S.M. Klever polzuchiy (*Trifolium repens* L.) v pastbishchnykh ekosistemakh [White clover (*Trifolium repens* L.) in pasture ecosystems]. *Kormoproizvodstvo* [Forage production], 2020, no. 8, pp. 20–26.
42. Lazarev N.N., Starodubtseva A.M., Pyatinsky D.V. Produktivnost' razlichnykh sortov lyutserny rossiyskoy i gollandskoy selektsii v Moskovskoy oblasti [Productivity of different varieties of alfalfa of Russian and Dutch selection in the Moscow region]. *Kormoproizvodstvo* [Forage production], 2014, no. 2, pp. 19–22.
43. Lazarev N.N., Dikareva S.A., Kurenkova E.M. Formirovaniye lyutsernovykh travostoyev na kislykh dernovo-podzolistykh pochvakh [Formation of alfalfa herbage on acidic sod-podzolic soils]. *Agrarnaya nauka v obespechenii prodovol'stvennoy bezopasnosti i razvitiya sel'skikh territoriy : sbornik materialov VI mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Lugansk, 21 yanvarya – 06 fevralya 2025 g.*

- [Agrarian science in ensuring food security and developing rural areas: collection of materials of the VI international scientific and practical conf. (Lugansk, January 21 – February 6, 2025)]. Lugansk, 2025, pp. 41–44.
44. Shamsutdinov Z.Sh. Seleksiya kormovykh kul'tur: dostizheniya i zadachi [Breeding of forage crops: achievements and tasks]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya* [Agricultural biology], 2014, no. 6, pp. 36–45.
 45. Stepanova G.V., Zolotarev V.N. Biotekhnologiya sopryazhennoy seleksii lyutserny na povysheniye adaptivnoy sposobnosti [Biotechnology of coupled selection of alfalfa to increase adaptive capacity]. *Adaptivnoye kormoproizvodstvo* [Adaptive fodder production], 2015, no. 1, pp. 28–38. URL: <http://www.adaptagro.ru>.
 46. Stepanova G.V. Sort lyutserny izmenchivoy Taisiya [Variable alfalfa variety Taisiya]. *Adaptivnoye kormoproizvodstvo* [Adaptive fodder production], 2020, no. 2, pp. 21–32. URL: <http://www.adaptagro.ru>. DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2020-2-21-32.
 47. Stepanova G.V. Novyye sorta lyutserny dlya Nechernozemnoy zony [New varieties of alfalfa for the Non-Chernozem zone]. *Agrarnaya nauka na sovremennom etape: sostoyaniye, problemy, perspektivy: Materialy VI nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem, Vologda–Molochnoye, 20–21 fevralya 2023 g.* [Agricultural science at the present stage: state, problems, prospects: Proceedings of the VI scientific and practical conference with international participation, Vologda–Molochnoye, February 20–21, 2023]. Vologda, 2023, pp. 84–88.
 48. Pechegina Yu.V., Dumacheva E.V., Saifutdinova L.D. [et al.] Otsenka potentsial'noy kisloustoychivosti vidov *Medicago* L. na yuvenil'nom etape ontogeneza [Evaluation of potential acid resistance of *Medicago* L. species at the juvenile stage of ontogenesis]. *Nauka i Obrazovaniye* [Science and Education], 2023, vol. 6, no. 2, pp. 252.
 49. Patent No. 2505958 C2 Russian Federation, IPC A01H 1/04. Sposob otsenki kisloustoychivosti sel'skokhozyaystvennykh rasteniy [Method for assessing acid resistance of agricultural plants]. Zobova N.V., Stupko V.Yu. Published 10.02.2014.

УДК 636.085

DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2025-1-55-66

ХАРАКТЕРИСТИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ЗАГОТОВКИ КОРНАЖА

В.Г. Косолапова, доктор сельскохозяйственных наук

Е.М. Чеминава

В.Н. Чудотворова

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

v.kosolapova@rgau-msha.ru

CHARACTERISTICS AND TECHNOLOGY OF SNAPLAGE PREPARATION

V.G. Kosolapova, Doctor of Agricultural Sciences

E.M. Cheminava

V.N. Chudotvorova

*Russian Timiryazev State Agrarian University, Department of Animal Nutrition
127550, Russia, Moscow, Timiryazevskaya str., 54*

v.kosolapova@rgau-msha.ru

Статья посвящена исследованию роли кукурузы в кормопроизводстве, технологическим аспектам заготовки корнажа и применению консервантов для повышения его качества. Рассмотрены биохимические характеристики культуры, включая высокое содержание крахмала, жиров и витаминов, а также ее адаптивность к различным агроклиматическим условиям. Особое внимание уделено технологии производства корнажа: выбору оптимальной фазы уборки (восковая спелость), измельчению сырья, трамбовке и герметизации для создания анаэробных условий. Проанализированы этапы молочнокислого брожения, обеспечивающего сохранность питательных веществ, и параметры готового корма (влажность 45–55%, pH 3,8–4,2). Отдельный раздел посвящен консервантам: химическим (пропионат кальция, органические кислоты), биологическим (молочнокислые бактерии) и комбинированным. Показано, что их использование снижает потери сухого вещества на 5–12% и повышает аэробную стабильность корма. Подчеркнута важность контроля дозировки и сочетания методов для предотвращения развития патогенной микрофлоры. Результаты работы демонстрируют, что соблюдение технологических норм и применение научно обоснованных решений позволяют получать высококачественный корнаж, способствующий росту продуктивности сельскохозяйственных животных.

Ключевые слова: кукуруза, корнаж, консервирование кормов, молочнокислое брожение, консерванты, кормопроизводство, сельскохозяйственные животные.

The article explores the role of corn in feed production, the technological aspects of snaplage (corn silage) preparation, and the use of preservatives to enhance its quality. The biochemical characteristics of corn, including its high starch, fat, and vitamin content, as well as its adaptability to various agroclimatic conditions, are discussed. Special attention is paid to the snaplage production technology: selecting the optimal harvest phase (wax ripeness), shredding raw materials, compacting, and sealing to create anaerobic conditions. The stages of lactic acid fermentation, which ensure nutrient preservation, and the parameters of the

final product (moisture content of 45–55%, pH 3.8–4.2) are analyzed. A separate section focuses on preservatives: chemical (calcium propionate, organic acids), biological (lactic acid bacteria), and combined formulations. The study demonstrates that their application reduces dry matter losses by 5–12% and improves the aerobic stability of the feed. The importance of dosage control and method integration to prevent pathogenic microflora development is emphasized. The results highlight that adherence to technological standards and scientifically grounded solutions enables the production of high-quality cornlage, contributing to increased productivity in livestock farming.

Keywords: maize, cornlage (corn silage), feed preservation, lactic acid fermentation, preservatives, feed production, livestock.

Введение. Зерно злаковых культур является одним из важных компонентов рациона жвачных животных и обеспечивает потребности их в легкодоступном протеине и крахмале [1–2]. Среди основных злаков кукуруза (*Zea mays* L.) — ключевая сельскохозяйственная культура, играющая важную роль в кормовой базе животноводства благодаря высокой урожайности, адаптивности и питательной ценности. Ее зерно и вегетативная масса служат основой для производства энергоемких кормов, таких как силос и корнаж, которые критически важны для высокопродуктивного молочного и мясного скотоводства. В условиях климатических изменений и роста потребности в интенсификации сельского хозяйства актуальность приобретают технологии, позволяющие максимально сохранить питательные свойства кормов. Особое внимание уделяется корнажу — консервированной кукурузной массе, убранной в фазе молочно-восковой спелости. Его производство требует соблюдения строгих агротехнических и биотехнологических параметров, включая выбор гибридов, контроль влажности, измельчение сырья и применение консервантов.

Цель статьи — анализ современных подходов к использованию кукурузы в кормопроизводстве, особенностей технологии заготовки корнажа и оценки

эффективности различных консервантов. Рассмотрены биохимические свойства культуры, этапы консервирования, а также перспективы применения биологических и химических препаратов для минимизации потерь питательных веществ. Результаты исследования могут быть использованы для оптимизации кормовых рационов и повышения рентабельности животноводства.

Описание культуры. Кукуруза (*Zea mays* L.) является одной из ведущих сельскохозяйственных культур мирового и отечественного земледелия, отличающейся высокой адаптивностью, устойчивостью к различным климатическим условиям и значительным потенциалом урожайности. Она занимает значительное место в структуре посевных площадей, особенно в условиях умеренно-континентального климата, где позволяет обеспечивать стабильное производство как зерновых, так и силосных кормов [3–9].

В последние годы наблюдается устойчивый рост интереса к возделыванию кукурузы в различных агроклиматических зонах, в том числе и в Нечерноземной зоне России, что обусловлено селекцией раннеспелых и среднеспелых гибридов, способных формировать полноценный урожай даже при ограниченном вегетационном периоде [4–6]. Исследо-

вания показали, что гибриды с ФАО 140–170 демонстрируют высокую адаптивность, устойчивость к болезням и погодным стрессам, а также формируют высококачественное зерно с оптимальным химическим составом, что делает ее перспективной для выращивания в регионах с рискованным земледелием [5–7].

Кукуруза характеризуется высокой биохимической ценностью, в первую очередь, зерно: именно в нем концентрируются самые высокие показатели энергии, крахмала, жиров, витаминов и белков. В зерне кукурузы содержится от 45 до 60% сухого вещества и значительное по сравнению с другими злаковыми количество жиров — до 7%, а количество белков с приемлемым аминокислотным профилем варьирует от 4,9% до 23,6% в зависимости от нахождения в зародыше (18–25%) или в эндосперме (8–10%). Витамины зерна представлены в основном группой В [7–9] и витамином Е. Высокое содержание углеводов (60–65%) дает кукурузе преимущество легкосилосуемой культуры. Крахмал кукурузы обладает практически абсолютной переваримостью — 90–95%. Расщепление крахмала в желудке жвачных ведет к образованию низкомолекулярных летучих жирных кислот: уксусной, пропионовой и масляной, которые обеспечивают выход большого количества энергии. За сутки в рубце коровы может образоваться до четырех литров этих кислот. Их оптимальное количественное соотношение в рубце придерживается следующих пропорций: 45–75% уксусной кислоты, 10–30% пропионовой кислоты, 5–20% масляной кислоты [10]. Пропионовая кислота является источни-

ком для синтеза глюкозы, основной единицы энергии и предшественника молочного сахара, а также влияет на количество белка в молоке; уксусная кислота участвует в синтезе молочного жира [11] и частичном тканевом жиroleотложении животного; масляная кислота используется в энергетическом обмене.

Помимо зерна, в кормопроизводстве используют другие составные части кукурузы: стержень початка и оберточные листья, которые являются компонентами корнажа. Стержень — одревесневшая часть початка, составляющая 25–30% его массы, состоит из низкопереваримой клетчатки и минеральных веществ. Грубые волокна стимулируют перистальтику кишечника жвачных и стимулируют руменное (жвачное) пищеварение коз, овец и коров, поддерживая рН рубца. Минеральные вещества представлены калием, который участвует в водно-солевом балансе, и кремнием, укрепляющим копыта и кости. Поскольку в стержне низкое содержание белка и высокое — клетчатки, его количество в корме следует ограничивать и контролировать в соотношениях с другими нормируемыми показателями. Для жвачных измельченные стержни початков с листьями скармливаются в составе силоса или корнажа (до 10% массы), а также в виде гранул, обогащенных мочевиной [12]. Моногастричным початок скармливать не следует, так как они хуже переваривают клетчатку.

Такая питательная ценность делает кукурузу незаменимым компонентом в кормопроизводстве, особенно при составлении рационов для высокопродуктивных животных. Кроме того, початки и вегетативная масса кукурузы эффек-

тивно используются при заготовке силоса и корнажа, обеспечивая высокую кормовую ценность и поедаемость [8–9; 13].

В условиях рационального применения агротехнических приемов — своевременного посева, грамотного подбора гибридов, оптимального режима удобрения и обработки почвы — кукуруза способна демонстрировать стабильную урожайность и высокое качество кормовой массы [3–5]. Таким образом, потенциал данной культуры в кормовом использовании остается исключительно высоким и требует дальнейшего комплексного изучения в контексте технологических решений, направленных на повышение эффективности животноводства.

Морфологически растение характеризуется мощной корневой системой, длинными ланцетовидными листьями и раздельнополыми соцветиями. Современные гибриды, такие как раннеспелые и среднеранние формы, отличаются укороченным вегетационным периодом (FAO 140–170), что позволяет оптимизировать сроки уборки для получения максимального выхода сухого вещества [8]. Химический состав кукурузы варьирует в зависимости от фазы вегетации: в фазе молочно-восковой спелости содержание крахмала в зерне достигает 60–70%, а в вегетативной массе преобладают клетчатка (18–22%) и водорастворимые углеводы (10–15%) [14].

Агротехнические приемы, включая выбор гибридов, оптимизацию сроков посева и внесение минеральных удобрений, существенно влияют на кормовую ценность культуры. Например, использование кукурузы в поукосных посевах

позволяет увеличить выход зеленой массы на 20–30% по сравнению с традиционными методами. Важным аспектом является также структура урожая: гибриды с высокой долей початков (до 45% от общей массы) обеспечивают повышенную концентрацию энергии в корме [15].

Технология заготовки. Корнаж — это консервированный корм, получаемый из измельченной кукурузной массы, убранной в фазе молочно-восковой спелости зерна. В качестве сырья используется кукурузный початок со стержнем и оберточными листьями. Корнаж скармливается преимущественно жвачным. Технология его заготовки включает несколько этапов: скашивание, измельчение до частиц размером 10–15 мм, трамбовку в траншеях или рулонах с последующей герметизацией для создания анаэробных условий.

При сборе кукурузы на корнаж необходимо контролировать четыре основных параметра: физиологическое состояние растения; технику для уборки и процесс заготовки (в частности, степень измельчения и плотность трамбовки) [3–6]; место заготовки корма; консервацию [16].

Оптимальной фазой уборки кукурузы для корнажа считается фаза восковой спелости зерна при сохранении достаточной влажности в вегетативной массе, что позволяет обеспечить баланс между содержанием сухого вещества и сахаров, необходимых для эффективного брожения [4–8]. При этом влажность сырья в пределах 60–70% считается оптимальной для достижения надежной стабилизации массы в хранилище. Нарушение этого баланса может привести к развитию гни-

лостных процессов и снижению питательной ценности готового продукта [5–9]. Исследования показали, что использование кукурузы в данной фазе спелости позволяет сохранить до 85–90% питательных веществ, включая протеин и каротин [17].

Уборка кукурузы осуществляется кормоуборочным комбайном, оснащенным специальной зерновой жаткой. Такая жатка позволяет собрать весь початок с плодоножкой, стержнем и оберточными листьями за одну операцию. Важным условием получения качественного корнажа является наличие и состояние на комбайне корнкрекера — измельчителя початков [18]. Степень измельчения сырья имеет большое значение. Согласно исследованиям, оптимальная длина резки кукурузной массы составляет от 1 до 2 см, что обеспечивает как достаточную поверхность для молочнокислого брожения, так и надежное уплотнение массы в емкости. Слишком крупная фракция препятствует равномерному распределению молочной кислоты, в то время как чрезмерно мелкое измельчение может привести к излишнему уплотнению и замедлению оттока влаги [3–7].

Прямо на этапе уборки в уже скошенную и измельченную массу, при помощи встроенных в комбайн устройств, вносят консерванты [18]. Процесс консервирования растительной массы представляет собой сложный и многоступенчатый биотехнологический цикл, направленный на сохранение питательной ценности исходного сырья за счет создания анаэробных условий и стимуляции молочнокислого брожения. Молочно-кислое брожение является оптимальным

процессом ферментации кормовых субстратов, поскольку молочнокислые бактерии эффективно и с минимальными энергетическими затратами преобразуют растительные углеводы в молочную кислоту. Альтернативные метаболические пути характеризуются более значительными энергетическими потерями, что делает их нежелательными. Преимущества молочнокислого брожения при консервировании:

1. Молочная кислота обладает высокой питательной ценностью для животных;

2. Она подавляет другие нежелательные процессы разложения, такие как протеолиз;

3. Молочно-кислое брожение характеризуется наиболее быстрым снижением pH среды;

4. В процессе брожения сохраняются другие структурные компоненты кормов, такие как клетчатка (целлюлоза), крахмал, протеин и витамины.

Технология консервирования корнажа аналогична силосованию: ключевые биохимические процессы включают ферментацию, инициируемую микроорганизмами, которые преобразуют углеводы корма в органические кислоты. Эти кислоты снижают pH, подавляя рост патогенной микрофлоры и обеспечивая сохранение питательных веществ в корме. Основной проблемой сохранения корнажа является то, что сахаров и продуцируемых кислот в данном продукте немного, но много крахмала — основного питательного субстрата для роста и развития плесневых грибов — источника микотоксинов. В связи с этим при приготовлении такого корма необходимо в первую очередь контролировать кислот-

ность и предотвращать рост дрожжей и плесени [16].

Закладка производится в траншеи или полимерные рукава в срок не более трех дней с момента скашивания.

Процесс трамбовки представляет собой один из ключевых этапов, от которого напрямую зависит аэробная стабильность корма. В условиях плотного трамбования вытесняется кислород, создаются условия для анаэробной микрофлоры, в первую очередь молочнокислых бактерий, которые осуществляют биоконсервацию субстрата [4–9]. На практике применяются тяжелые тракторы или специализированная техника, позволяющая достичь плотности трамбовки более 600 кг/м³.

Завершающим этапом консервирования является герметизация хранилища. Этому уделяется повышенное внимание: даже незначительное попадание кислорода приводит к развитию плесневых грибов и потере кормовой ценности. В современных условиях широко применяются полиэтиленовые и полиамидные пленки, обеспечивающие надежную изоляцию массы от внешней среды. Нарушение герметичности способствует проникновению кислорода, активации аэробных микроорганизмов, в частности плесневых грибов и дрожжей, что приводит к вторичному разогреву массы и потерям сухого вещества [5–9].

После закладки корма полностью консервируется за три–шесть недель, но при правильно протекающем процессе брожения его можно скармливать уже через две–три недели. Долгосрочное хранение корма оптимально в диапазоне от двух до трех лет, если не нарушены условия выемки и герметизации.

Процесс силосования протекает в несколько фаз:

1. *Аэробная фаза*: длится 1–3 дня. Кислород в массе быстро расходуется, начинается рост аэробных бактерий. Чтобы этот этап прошел успешно, важно быстро и плотно утрамбовать массу, чтобы минимизировать потери;

2. В фазу *активного брожения* начинается переработка сахаров корма молочнокислыми бактериями в молочную кислоту. При этом pH снижается до 4,0–4,2. Процесс идет оставшиеся 3,5–6 недель;

3. *Стабильная фаза* — после стабилизации pH и подавления роста патогенных микроорганизмов корма готов к хранению и скармливанию.

Целесообразно перед скармливанием брать пробы образцов для лабораторного анализа и проводить органолептическую оценку корма. Оценивают запах, консистенцию, цвет и наличие плесени. Лабораторному анализу подлежат кислотность, содержание сухого вещества, крахмала, протеина, клетчатки, летучих жирных кислот. Оптимальные значения для готового корма: влажность — 45–55%; pH — 3,8–4,2, крахмал — 25–35% от сухого вещества, ЭКЕ — 3,9–4,9.

Таким образом, весь технологический процесс заготовки корма должен рассматриваться как единый комплекс, в котором каждый этап — от подбора фазы скашивания до герметизации — оказывает значительное влияние на качество конечного продукта. Соблюдение технологической дисциплины, применение научно обоснованных подходов и контроль каждого параметра обеспечивают производство высококачественного корма, способствующего стабильной

продуктивности сельскохозяйственных животных [6–9].

Консерванты, применяемые при заготовке корнажа. Одним из важнейших аспектов эффективной заготовки консервированных кормов является использование консервантов, которые обеспечивают стабильность продукта, предотвращают развитие патогенной микрофлоры и снижают потери питательных веществ при хранении. В настоящее время применяются как химические, так и биологические препараты, эффективность которых подтверждена многочисленными исследованиями [16; 19–21].

К числу наиболее распространенных химических консервантов относятся соли органических кислот, такие как пропионат кальция, формиат натрия, а также смеси кислот — молочной, уксусной и сорбиновой. Их основной механизм действия заключается в подавлении развития дрожжевых грибов и плесени, что особенно актуально на этапах аэробной экспозиции при открытии хранилищ [4–8]. Для консервирования корнажа наиболее эффективны химические консерванты на основе летучих органических кислот — муравьиной, уксусной, пропионовой [18]. Установлено, что применение данных веществ позволяет увеличить аэробную стабильность корма до 5–7 суток в зависимости от условий хранения. Их дозировка варьирует от 0,1% до 0,5% от массы сырья в зависимости от влажности и степени загрязненности микрофлорой [22].

Особый интерес вызывают биологические консерванты, основанные на использовании молочнокислых бактерий — штаммов родов *Lactobacillus*

plantarum, *Pediococcus pentosaceus* и других. Эти микроорганизмы способствуют быстрому снижению pH в массе, что предотвращает развитие нежелательной микрофлоры. Биопрепараты обладают выраженным пробиотическим эффектом и считаются экологически безопасной альтернативой химическим аналогам [5–7].

Комбинированные консерванты сочетают в себе преимущества химического и биологического подходов. Как правило, в их состав входят и органические кислоты, и активные культуры бактерий. Это позволяет не только добиться высокой скорости стабилизации корма, но и улучшить его пищевую ценность, а также снизить риски вторичного разогрева массы [4–8]. Такие препараты особенно эффективны при заготовке корма в условиях переменной влажности и нестабильной микрофлоры исходного сырья. Сравнительные исследования демонстрируют, что комбинирование бактериальных и химических препаратов повышает сохранность корма на 15–20% по сравнению с традиционными методами [23–24].

Перспективным направлением является использование ферментных препаратов (целлюлазы, амилазы), которые расщепляют структурные углеводы до легкоусвояемых форм. Это особенно актуально для корнажа из кукурузы с повышенным содержанием клетчатки [22; 25].

Результаты исследований указывают, что применение консервантов способствует снижению потерь сухого вещества на 5–12%, улучшению показателей переваримости и энергетической ценности готового корма. Существенное значение

имеет дозировка: например, пропионат кальция эффективно действует при концентрации 3–5 кг на тонну массы, в то время как биопрепараты вносятся из расчета $1\text{--}2 \times 10^5$ КОЕ/г сырья [4–9]. Нарушение рекомендаций по дозированию может привести к снижению эффективности заготовки.

Таким образом, выбор и применение

консервантов при заготовке корнажа является неотъемлемой частью технологии получения качественного, стабильного и питательного корма. Приоритетным направлением остается развитие биологических препаратов с учетом их экологичности, эффективности и отсутствия остаточного действия в продукции животного происхождения [3–9].

Литература

1. Косолапов В.М., Косолапова В.Г., Лаптева Н.К. Использование зерна озимой ржи в рационах молодняка крупного рогатого скота // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2004. – № 1. – С. 30.
2. Кедрова Л., Косолапов В., Косолапова В. Экструдированная рожь в рационах телят // Животноводство России. – 2003. – № 10. – С. 20–21.
3. Шевченко В.А., Загинайлов А.В. Особенности возделывания кукурузы в Нечерноземной зоне России // Агроинженерия. – 2008. – № 2. – С. 48–52. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-vozdelyvaniya-kukuruzy-v-nechernozemnoy-zone-rossii> (дата обращения: 08.03.2025).
4. Продуктивный потенциал, структура урожая зерна при возделывании раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы на юго-западе Центрального Нечерноземья / А.В. Дронов, С.А. Бельченко, В.В. Мамеев, К.И. Бишутин, Д.Г. Сверчков // Вестник Брянской ГСХА. – 2023. – № 4(98). – С. 3–9. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/produktivnyy-potentsial-struktura-urozhaya-zerna-pri-vozdelyvanii-rannespelyh-i-srednerannih-gibridov-kukuruzy-na-yugo-zapade> (дата обращения: 08.03.2025).
5. Маркова В.Е., Ушакова Е.Ю. Кукуруза в поукосных посевах // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2009. – № 3. – С. 30–36. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kukuruza-v-poukosnyh-posevah> (дата обращения: 08.03.2025).
6. Титов В.Н., Бочкарева Ю.В., Болотова О.И. Урожайность гибридного материала кукурузы // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022. – № 5-2(119). – С. 86–89. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/urozhaynost-gibridnogo-materiala-kukuruzy> (дата обращения: 08.03.2025).
7. Результаты сортоиспытания экспериментальных гибридов кукурузы / С.П. Аппаев, А.В. Хачидогов, А.М. Кагермазов, М.В. Бижоев // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2020. – № 1(93). – С. 68–72. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rezultaty-sortoispytaniya-eksperimentalnyh-gibridov-kukuruzy> (дата обращения: 08.03.2025).
8. Семина С.А., Гаврюшина И.В., Семина Ю.А. Приемы агротехники и биохимический состав кукурузы // Нива Поволжья. – 2020. – № 4(57). – С. 58–64. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/priemy-agrotehniki-i-biohimicheskiy-sostav-kukuruzy> (дата обращения: 08.03.2025).
9. Куренинова Т.В. Молочная продуктивность коров при использовании в рационе силоса кукурузного, заготовленного с применением бактериальных заквасок // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2020. – № 12(194). – С. 84–90. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/molochnaya-produktivnost-korov-pri-ispolzovanii-v-ratsione-silosa-kukuruznogo-zagotovlennogo-s-primeneniem-bakterialnyh-zakvasok> (дата обращения: 08.03.2025).

10. Кузьмина Л.Н., Карташова А.П. Качество клетчатки и эффективность ее использования в рационах голштин-холмогорских коров // Аграрный вестник Урала. – 2020. – № 07(198). – С. 56–64. – DOI: 10.32417/1997-4868 2020-198-7-56-64.
11. Фомичев Ю.П., Ермаков И.Ю. Состав и свойства жидкого энергетического корма. Влияние на рубцовое пищеварение, межклеточный обмен и продуктивность молочных коров // Евразийский Союз Ученых. – 2019. – № 11-2(68). – С. 39–45. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sostav-i-svoystva-zhidkogo-energeticheskogo-korma-vliyanie-na-rubtsovoe-pischevarenie-mezhutochnyy-obmen-i-produktivnost-molochnyh> (дата обращения: 08.03.2025).
12. Мосолов А.А. Стержни початков в рационе КРС // Орошаемое земледелие. – 2020. – № 3(30). – С. 37–38.
13. Кузнецов В.В. «Кукурузная эпопея» в периодической печати Западной Сибири // Известия Алтайского государственного университета. – 2010. – № 4-2. – С. 115–119. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kukuruznaya-epopeya-v-periodicheskoy-pechati-zapadnoy-sibiri> (дата обращения: 08.03.2025).
14. Эффективность использования консервированной зерностержневой смеси из початков кукурузы в кормлении лактирующих коров / А.Л. Зиновенко, А.А. Курепин, А.П. Шуголеева [и др.] // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2021. – № 24-1. – С. 247–254. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-ispolzovaniya-konservirovannoy-zernosterzhnevoy-smesi-iz-pochatkov-kukuruzy-v-kormlenii-laktiruyuschih-korov> (дата обращения: 08.03.2025).
15. Орлянский Н.А., Орлянская Н.А., Чеботарев Д.С. Оценка адаптивности раннеспелых (ФАО 140–170) зерновых гибридов кукурузы в экологическом испытании // Вестник аграрной науки. – 2022. – № 5(98). – С. 121–128. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-adaptivnosti-rannespelyh-fao-140-170-zernovyh-gibridov-kukuruzy-v-ekologicheskom-ispytanii> (дата обращения: 08.03.2025).
16. Защита протеина кормов консервантом при силосовании / А.И. Фицев, Х.Г. Ишмуратов, В.М. Косолапов, В.Г. Косолапова // Зоотехния. – 2005. – № 2. – С. 11–12.
17. Семина С.А. Кормовая ценность кукурузы в зависимости от приемов возделывания // Нива Поволжья. – 2014. – № 2(31). – С. 39–44. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kormovaya-tsennost-kukuruzy-v-zavisimosti-ot-priemov-vozdelyvaniya> (дата обращения: 08.03.2025).
18. Беломожнов Т.Д., Клименко В.П. Особенности технологии производства корнажа в Центральном регионе России // Адаптивное кормопроизводство. – 2024. – № 2. – С. 57–64. – URL: <http://www.adaptagro.ru>.
19. Косолапова В.Г., Осипян Б.А. Способы силосования фестулолиума и кукурузы // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2014. – № 5(42). – С. 22–27.
20. Эффективность консервантов при хранении плющеного зерна кукурузы / В.М. Дуборезов, В.Н. Виноградов, И.В. Дуборезов, И.В. Андреев // Кормопроизводство. – 2018. – № 3. – С. 31–34.
21. Беломожнов Т.Д., Клименко В.П., Маляренко С.А. Качество корнажа из раннеспелого гибрида кукурузы с биологическими и химическими консервантами // Аграрная наука. – 2024. – № 10. – С. 80–85.
22. Логвинова А.В., Болтовский В.С. Консервирование растительных кормов // Труды БГТУ. Серия 2: Химические технологии, биотехнология, геоэкология. – 2019. – № 1(217). С. 103–111. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/konservirovanie-rastitelnyh-kormov> (дата обращения: 08.03.2025).
23. Хусид С.Б., Петенко А.И., Жолобова И.С. Биохимические аспекты консервирования витаминного растительного сырья минеральными и биологическими консервантами // Научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 96. – С. 857–866. – URL: <https://cyberleninka.ru/>

- article/n/biohimicheskie-aspekty-konservirovaniya-vitaminного-rastitelnogo-syrya-mineralnymi-i-biologicheskimi-konservantami-1 (дата обращения: 08.03.2025).
24. Лютых О. Особенности выбора консервантов при заготовке кормов для сельскохозяйственных животных // Эффективное животноводство. – 2020. – № 3(160). – С. 40–46. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-vybora-konservantov-pri-zagotovke-kormov-dlya-selskohozyaystvennyh-zhivotnyh> (дата обращения: 08.03.2025).
25. Титов В.Н., Болотова О.И. Влияние густоты посева на урожайность зерна кукурузы // Молодой ученый. – 2022. – № 13(408). – С. 28–31. – URL: <https://moluch.ru/archive/408/89831/> (дата обращения: 08.03.2025).

References

1. Kosolapov V.M., Kosolapova V.G., Lapteva N.K. Ispolzovanie zerna ozimoy rzhi v ratsionakh molodnyaka krupnogo rogatogo skota [Use of winter rye grain in diets of young cattle]. *Vestnik Rossiyskoy akademii selskokhozyaystvennykh nauk [Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences]*, 2004, no. 1, pp. 30.
2. Kedrova L., Kosolapov V., Kosolapova V. Ekstrudirovannaya rozh v ratsionakh telyat [Extruded rye in calf diets]. *Zhivotnovodstvo Rossii [Animal husbandry in Russia]*, 2003, no. 10, pp. 20–21.
3. Shevchenko V.A., Zaginaylov A.V. Osobennosti vozdel'yvaniya kukuruzy v Nechernozemnoy zone Rossii [Peculiarities of corn cultivation in the Non-Black Earth Zone of Russia]. *Agroinzheneriya [Agroengineering]*, 2008, no. 2, pp. 48–52. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-vozdel'yvaniya-kukuruzy-v-nechernozemnoy-zone-rossii> (date of access: 08.03.2025).
4. Dronov A.V., Belchenko S.A., Mameev V.V., Bishutin K.I., Sverchkov D.G. Produktivnyy potentsial, struktura urozhaya zerna pri vozdel'yvanii rannespelykh i srednerannikh gibridov kukuruzy na yugo-zapade Tsentralnogo Nechernozem'ya [Productive potential, structure of grain yield in the cultivation of early and mid-early hybrids of corn in the southwest of the Central Non-Chernozem region]. *Vestnik Bryanskoy GSKHA [Bulletin of Bryansk State Agricultural Academy]*, 2023, no. 4(98), pp. 3–9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/produktivnyy-potentsial-struktura-urozhaya-zerna-pri-vozdel'yvanii-rannespelykh-i-srednerannikh-gibridov-kukuruzy-na-yugo-zapade> (date of access: 08.03.2025).
5. Markova V.E., Ushakova E.Yu. Kukuruza v poukosnykh posevakh [Corn in post-harvest crops]. *Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva [Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev]*, 2009, no. 3, pp. 30–36. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kukuruza-v-poukosnykh-posevakh> (date of access: 08.03.2025).
6. Titov V.N., Bochkareva Yu.V., Bolotova O.I. Urozhaynost gibridnogo materiala kukuruzy [Productivity of hybrid corn material]. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal [International Research Journal]*, 2022, no. 5-2(119), pp. 86–89. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/urozhaynost-gibridnogo-materiala-kukuruzy> (date of access: 08.03.2025).
7. Appaev S.P., Khachidogov A.V., Kagermazov A.M., Bizhoyev M.V. Rezultaty sortoispytaniya eksperimentalnykh gibridov kukuruzy [Results of variety testing of experimental corn hybrids]. *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN [News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the RAS]*, 2020, no. 1(93), pp. 68–72. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rezultaty-sortoispytaniya-eksperimentalnykh-gibridov-kukuruzy> (date of access: 08.03.2025).
8. Semina S.A., Gavryushina I.V., Semina Yu.A. Priemy agrotekhniki i biokhimicheskiy sostav kukuruzy [Agricultural techniques and biochemical composition of corn]. *Niva Povolzh'ya [Field of the Volga region]*, 2020, no. 4(57), pp. 58–64. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/priemy-agrotekhniki-i-biohimicheskiy-sostav-kukuruzy> (date of access: 08.03.2025).
9. Kureninova T.V. Molochnaya produktivnost korov pri ispolzovanii v ratsione silosa kukuruznogo, zagotovlennogo s primeneniem bakterialnykh zakvasok [Milk productivity of cows when using corn

- silage prepared with bacterial starters in the diet]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Altai State Agrarian University], 2020, no. 12(194), pp. 84–90. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/molochnaya-produktivnost-korov-pri-ispolzovanii-v-ratsione-silosa-kukuruznogo-zagotovlennogo-s-primeneniem-bakterialnyh-zakvasok> (date of access: 08.03.2025).
10. Kuzmina L.N., Kartashova A.P. Kachestvo kletchatki i effektivnost ee ispolzovaniya v ratsionakh golshchin-kholmogorskih korov [Quality of fiber and the efficiency of its use in the diets of Holstein-Kholmogory cows]. *Agrarnyy vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals], 2020, no. 07(198), pp. 56–64. DOI: 10.32417/1997-4868 2020-198-7-56-64.
 11. Fomichev Yu.P., Ermakov I.Yu. Sostav i svoystva zhidkogo energeticheskogo korma. Vliyanie na rubtsovoe pishchevarenie, mezhhutochnyy obmen i produktivnost molochnykh korov [Composition and properties of liquid energy feed. Effect on rumen digestion, interstitial metabolism and productivity of dairy cows]. *Evraziyskiy Soyuz Uchenykh* [Eurasian Union of Scientists], 2019, no. 11-2(68), pp. 39–45. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sostav-i-svoystva-zhidkogo-energeticheskogo-korma-vliyanie-na-rubtsovoe-pischevarenie-mezhhutochnyy-obmen-i-produktivnost-molochnykh> (date of access: 08.03.2025).
 12. Mosolov A.A. Sterzhni pochatkov v ratsione KRS [Corn cobs in the diet of cattle]. *Oroshayemoye zemledeliye* [Irrigated agriculture], 2020, no. 3(30), pp. 37–38.
 13. Kuznetsov V.V. "Kukuruznaya epopeya" v periodicheskoy pechati Zapadnoy Sibiri ["The Corn Epic" in the Periodical Press of Western Siberia]. *Izvestiya Altayskogo gosudarstvennogo universiteta* [News of the Altai State University], 2010, no. 4-2, pp. 115–119. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kukuruznaya-epopeya-v-periodicheskoy-pechati-zapadnoy-sibiri> (date of access: 08.03.2025).
 14. Zinovenko A.L., Kurepin A.A., Shugoleeva A.P. et al. Effektivnost ispolzovaniya konservirovannoy zernosterzhnevoy smesi iz pochatkov kukuruzy v kormlenii laktiruyushchikh korov [Efficiency of using canned corn cob grain mixture in feeding lactating cows]. *Aktualnye problem intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva* [Current issues of intensive development of animal husbandry], 2021, no. 24-1, pp. 247–254. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-ispolzovaniya-konservirovannoy-zernosterzhnevoy-smesi-iz-pochatkov-kukuruzy-v-kormlenii-laktiruyushchikh-korov> (date of access: 08.03.2025).
 15. Orlyanskiy N.A., Orlyanskaya N.A., Chebotarev D.S. Otsenka adaptivnosti rannespelykh (FAO 140–170) zernovykh gibridov kukuruzy v ekologicheskom ispytanii [Evaluation of the adaptability of early maturing (FAO 140–170) grain hybrids of maize in ecological tests]. *Vestnik agrarnoy nauki* [Bulletin of Agrarian Science], 2022, no. 5(98), pp. 121–128. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-adaptivnosti-rannespelykh-fao-140-170-zernovykh-gibridov-kukuruzy-v-ekologicheskom-ispytanii> (date of access: 08.03.2025).
 16. Fitsev A.I., Ishmuratov Kh.G., Kosolapov V.M., Kosolapova V.G. Zashchita protein kormov konservantom pri silosovanii [Protection of feed protein with preservative during silage]. *Zootekhnika* [Animal science], 2005, no. 2, pp. 11–12.
 17. Semina S.A. Kormovaya tsennost kukuruzy v zavisimosti ot priemov vozdel'yvaniya [Feed value of corn depending on cultivation methods]. *Niva Povolzhya* [Field of the Volga region], 2014, no. 2(31), pp. 39–44. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kormovaya-tsennost-kukuruzy-v-zavisimosti-ot-priemov-vozdel'yvaniya> (date of access: 08.03.2025).
 18. Belomozhnov T.D., Klimenko V.P. Osobennosti tekhnologii proizvodstva kornazha v Tsentralnom regione Rossii [Features of corn production technology in the Central region of Russia]. *Adaptivnoe kormoproizvodstvo* [Adaptive fodder production], 2024, no. 2, pp. 57–64. URL: <http://www.adaptagro.ru>.
 19. Kosolapova V.G., Osipyan B.A. Sposoby silosovaniya festuloliuma i kukuruzy [Methods of ensiling festulolium and corn]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* [Agricultural Science of the Euro-North-East], 2014, no. 5(42), pp. 22–27.

20. Duborezov V.M., Vinogradov V.N., Duborezov I.V., Andreev I.V. Effektivnost' konservantov pri khranении plyushchenogo zerna kukuruzy [Efficiency of preservatives during storage of flattened corn grain]. *Kormoproizvodstvo* [Feed production], 2018, no. 3, pp. 31–34.
21. Belomozhnov T.D., Klimenko V.P., Malyarenko S.A. Kachestvo kornazha iz rannespelogo gibrida kukuruzy s biologicheskimi i khimicheskimi konservantami [Quality of corn from early maturing hybrid corn with biological and chemical preservatives]. *Agrarnaya nauka* [Agricultural science], 2024, no. 10, pp. 80–85.
22. Logvinova A.V., Boltovskiy V.S. Konservirovanie rastitelnykh kormov [Preservation of plant foods]. *Trudy BGTU. Seriya 2: Khimicheskiye tekhnologii, biotekhnologiya, geoekologiya* [Proceedings of BSTU. Series 2: Chemical technologies, biotechnology, geoecology], 2019, no. 1(217), pp. 103–111. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/konservirovanie-rastitelnyh-kormov> (date of access: 08.03.2025).
23. Khusid S.B., Petenko A.I., Zholobova I.S. Biokhimicheskie aspektybkonservirovaniyabvitaminnogo rastitelnogo syrya mineralnymi i biologicheskimi konservantami [Biochemical aspects of preserving vitamin plant raw materials with mineral and biological preservatives]. *Nauchnyy zhurnal KubGAU* [Scientific journal KubSAU], 2014, no. 96, pp. 857–866. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/biohimicheskie-aspekty-konservirovaniya-vitaminnogo-rastitelnogo-syrya-mineralnymi-i-biologicheskimi-konservantami-1> (date of access: 08.03.2025).
24. Lyutykh O. Osobennosti vybora konservantov pri zagotovke kormov dlya selskokhozyaystvennykh zhivotnykh [Features of choosing preservatives when preparing feed for farm animals]. *Effektivnoe zhivotnovodstvo* [Efficient animal husbandry], 2020, no. 3(160), pp. 40–46. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-vybora-konservantov-pri-zagotovke-kormov-dlya-selskokhozyaystvennyh-zhivotnyh> (date of access: 08.03.2025).
25. Titov V.N., Bolotova O.I. Vliyanie gustoty poseva na urozhaynost zerna kukuruzy [The Effect of Sowing Density on Corn Grain Yield]. *Molodoy uchenyy* [Young scientist], 2022, no. 13(408), pp. 28–31. URL: <https://moluch.ru/archive/408/89831/> (date of access: 08.03.2025).



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

Анатолий Свиридович ШПАКОВ

УДК 633.2(1-924.82/.84)

DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2025-1-67-78

МНОГОЛЕТНИЕ ТРАВЫ В КРЕСТЬЯНСКО-ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВАХ ЛЕСНОЙ ЗОНЫ

А.С. Шпаков, доктор сельскохозяйственных наук

ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»

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

as-shpakov@mail.ru

PERENNIAL GRASSES IN PEASANT FARMERS OF THE FOREST ZONE

A.S. Shpakov, Doctor of Agricultural Sciences

Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology

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

as-shpakov@mail.ru

В крестьянско-фермерских животноводческих хозяйствах основу кормопроизводства должна составлять многолетняя травянистая растительность культурных и естественных угодий [1; 2; 3]. Только эта группа культур может наиболее эффективно использовать ограниченные почвенно-климатические, ландшафтные и материально-технические ресурсы. В сухом веществе кормов из многолетних злаковых трав содержится 10,0–10,5 МДж/кг обменной энергии (ОЭ) и до 14–16% сырого протеина, в бобовых — 9,5–10,0 МДж/кг ОЭ и до 18–20% сырого протеина. Корма с такими показателями соответствуют суточному удою до 20–22 кг молока [3]. При насыщении многолетними травами кормовых угодий существенно возрастает устойчивость территорий к эрозии, повышается плодородие почв за счет дернового процесса почвообразования, снижаются затраты на производство кормов.

Ключевые слова: лесная зона, крестьянско-фермерские хозяйства (КФХ), животноводство, многолетние травы, корма, экология.

In peasant-farming livestock farms, the basis of forage production should be the perennial herbaceous vegetation of cultivated and natural lands [1; 2; 3]. Only this group of crops can make the most effective use

of limited soil, climatic, landscape, and logistical resources. The dry matter of feeds from perennial grasses contains 10.0–10.5 MJ/kg of metabolic energy and up to 14–16% crude protein, in legumes — 9.5–10.0 MJ/kg of metabolic energy and up to 18–20% crude protein. Feeds with such indicators correspond to a daily milk yield of up to 20–22 kg of milk [4]. When forage lands are saturated with perennial grasses, the resistance of territories to erosion increases significantly, soil fertility increases due to the turf process of soil formation, and feed production costs decrease.

Keywords: forest area, peasant farms, animal husbandry, perennial grasses, feed, ecology.

Лесная зона России располагает огромными территориальными и природно-климатическими ресурсами для производства необходимых объемов молочно-мясной продукции. Важнейшая роль в интенсификации молочно-мясного животноводства принадлежит крестьянско-фермерским хозяйствам. Существенным конкурентным преимуществом таких хозяйств является производство продукции по существу на экологически чистых территориях с ограниченным применением минеральных удобрений и средств защиты растений.

В лесной зоне имеются огромные площади сельскохозяйственных угодий, которые используются экстенсивно, а значительная часть (более 14 млн га) выведена из оборота [4]. Решение проблемы рационального использования угодий, выведенных из оборота, — создание малых форм товарных животноводческих хозяйств и обеспечение их нормального функционирования.

Проблема интенсификации производства качественных кормов при низкой их себестоимости в таких хозяйствах может быть решена только за счет травосеяния, включая расширение площадей с ценными травостоями, совершенствования видового и сортового состава, структуры посевных площадей и угодий, повышения продуктивности и качества кормов посредством применения научно обоснованных технологий возделывания

и использования. Важнейшим резервом производства травянистых кормов являются природные, в том числе наиболее ценные пойменные угодья.

Видовой и сортовой состав районированных трав позволяет эффективно использовать все разнообразие местобитаний в агроландшафтах. В лесной зоне можно использовать примерно 24 вида трав, в том числе 14 злаковых и 10 бобовых. В стране районировано 435 сортов, в том числе в лесной зоне более 195. Отдельные виды трав (овсяница красная, овсяница тростниковая, райграс высокий и пастбищный, бекмания обыкновенная, лядвенец рогатый и др.), допущенные к использованию на территории России, можно применять в травосеянии лесной зоны.

По биологическим и хозяйственным свойствам в группе многолетних трав выделяются виды семейства бобовых и злаковых. Различия между этими семействами весьма существенны и не всегда учитываются при создании травянистых сообществ, что негативно влияет на объемы и качество производимых кормов.

Многолетние бобовые травы (клевер луговой, клевер гибридный, люцерна сине- и желтогибридная, эспарцет, козлятник восточный (галега) и другие) возделываются в одновидовых и смешанных посевах в севооборотах, на сенокосах и пастбищах. Потребность в азоте обеспечивают за счет симбиотиче-

ской фиксации из атмосферы, вследствие чего не требуют применения азотных удобрений. Максимально возможный сбор сухого вещества 95–100 ц/га; содержание в 1 кг сухого вещества (СВ) обменной энергии (ОЭ) — 9,5–10,0 МДж, сырого протеина — 18–20%. Лучшими технологическими свойствами для производства объемистых кормов обладает растительное сырье из смешанных посевов бобовых и злаковых видов. Используются для производства зеленых и обезвоженных кормов, сена, сенажа, силоса с высокой обеспеченностью протеином. Положительные свойства бобовых трав: высокая продуктивность в благоприятных почвенно-климатических условиях; полное использование вегетационного периода; высокое содержание и полноценность протеина по фракционному и аминокислотному составу; азотфиксация атмосферного азота симбиотическими бактериями (*Rhizobium*, *Bradyrhizobium*); накопление в почве растительных остатков с относительно высоким содержанием азота; фитocenотическая активность в продукционных процессах сложных ценозов; фитомелиорация почв видами с глубоко проникающей стержневой корневой системой; активация гумусообразования при разложении корневых остатков с относительно узким соотношением азота (N) к углероду (C) — 1 : 20–25.

Вместе с тем при возделывании бобовых трав необходимо учитывать: требовательность к почвам и их плодородию; более высокие требования к тепловым ресурсам; относительно низкие морозо- и зимостойкость; необходимость создания условий для азотфиксации (аэрация, влажность, кислотность, обес-

печенность почвы микроэлементами); необходимость инокуляции семян соответствующими штаммами бактериальных препаратов; высокую потребность в обеспечении почв фосфором и калием; более сложную технологию приготовления консервированных кормов; вероятность тимпании у животных при пастбище; подверженность болезням (рак, фузариоз, аскохитоз, мучнистая роса, микоплазмоз и др.) и вредителям (долгоносики, нематоды, совки, тля и др.); высокую вероятность засорения многолетними сорняками (пырей и др.) при длительном использовании; несовместимость видов, что ограничивает насыщение ими севооборотов и угодий; краткосрочность использования (2–3 года) основных видов (клевер, люцерна); относительно низкую семенную продуктивность и сложность семеноводства (опыление и др.).

Многолетние злаковые травы (тимopheевка луговая, овсяница луговая и тростниковая, райграс высокий, фестулолиум, кострец безостый, ежа сборная и другие) возделываются в севооборотах, на культурных сенокосах и пастбищах в одновидовых и смешанных посевах с бобовыми видами, положительно влияют на физические свойства и углеродный режим почв. Степень насыщения ими угодий до 80–100%. Требуют обязательного применения и хорошо окупают азотные удобрения. По сравнению с бобовыми менее требовательны к почвенному плодородию, отличаются длительными сроками пользования, многоукосностью. Максимально возможный сбор сухого вещества 100–120 ц/га; содержание ОЭ в 1 кг сухого вещества 10,0–10,5 МДж, сырого протеина — до 14–16%. Злаковые травы обладают такими

положительными свойствами как относительная нетребовательность к почвам и их окультуренности, низкая требовательность к теплообеспеченности, высокая морозо- и зимостойкость, долголетие, устойчивость к избыточному увлажнению, высокая семенная и биологическая продуктивность, относительная устойчивость к болезням, вредителям и сорнякам, полное использование вегетационного периода, фитоценотическая устойчивость в травосмесях, совместимость видов, что обеспечивает высокую степень насыщения ими севооборотов или угодий, высокая окупаемость азотных удобрений, производство всех объемистых кормов (зеленые, сено, сенаж, силос, травяная мука и др.) для жвачных животных, высокое качество кормов при уборке в оптимальные фазы, формирование мощной дернины, предотвращение водной и ветровой эрозии, накопление большого количества растительных остатков в почве, связывание CO_2 атмосферы.

Вместе с тем при возделывании многолетних злаковых трав необходимо учитывать их высокую потребность в азотных удобрениях и влагообеспеченности, быстрое накопление клетчатки в период роста и развития и снижение качества растительного сырья, многоукосность при заготовке объемистых кормов, что увеличивает затраты, осыпание семян при запаздывании с уборкой.

Характер особенностей бобовых и злаковых трав показывает, что в лесной зоне с относительно бедными дерново-подзолистыми почвами более устойчивые кормовые травяные системы необходимо создавать на основе злаковых видов. Выбор видового состава травос-

месей зависит от географической зоны, местоположения участка и экономического состояния хозяйств. В крайних северных районах лесной зоны преимущество имеют злаковые травосмеси; с продвижением на юг возрастает значение бобово-злаковых травостоев. В замкнутых низинах, на торфяных почвах из-за длительных заморозков и переувлажнения также более эффективны злаковые травосмеси.

Долголетнее продуктивное функционирование таких систем требует обязательного применения минеральных удобрений, и в первую очередь, азотных. Вместе с тем основные площади необходимо создавать из травосмесей многолетних трав: злаковых и бобово-злаковых, которые более эффективно используют почвенно-климатические ресурсы и обеспечивают более высокое качество кормов. При сенокосном использовании одновидовые посевы будут иметь преимущество в приближающихся к экстремальным условиям, таким как длительное затопление пойм, переувлажнение, почвы легкого механического состава с неустойчивым увлажнением, высокой кислотностью и другие. Смешанные посевы трав в таких условиях быстро превращаются в одновидовые с явным доминированием одного вида, наиболее приспособленного к данным условиям.

При обосновании видового состава одновидовых или смешанных посевов трав необходимо учитывать условия местообитания в агроландшафтах и соответствие их биологическим требованиям видов, целевое использование травостоев, устойчивость к неблагоприятным почвенно-климатическим условиям и

водному режиму, потребность в материальных ресурсах по управлению продукционным процессом и качеством кормов.

При подборе видового состава травосмесей определяющее влияние оказывают:

- целевое использование: сенокосное, пастбищное, сенокосно-пастбищное (переменное);
- тип побегообразования: верховые, полuverховые, низовые;
- продолжительность вегетационного периода: ранне-, средне- и позднеспелые;
- длительность пользования: краткосрочные (2–3 года), средне- (4–6 лет) и долгосрочные (>10 лет);
- количество укосов (стравливаний): одноукосные, средне- (2–3) и многоукосные (более трех);
- устойчивость к затоплению на пойменных землях: мало- (10–15 дней), средне- (20–30 дней) и высокоустойчивые (>30 дней);
- устойчивость к постоянному переувлажнению: устойчивые, неустойчивые;
- устойчивость в весенних заморозках: устойчивые, неустойчивые;
- требование к азотному питанию: высокое, среднее, нетребовательны.

Большое значение имеют также адаптация к механическому составу и типу почв (легкие, средние, тяжелые, торфяные), морозо- и зимостойкость, влагообеспеченность.

Основными источниками производства высококачественных и дешевых объемистых кормов для круглогодичного содержания молочно-мясного скота в крестьянско-фермерских хозяйст-

вах должны быть сенокосы и пастбища длительного пользования.

Пастбища необходимо создавать на водораздельных возвышенных равнинных участках, не подверженных переувлажнению. Основу пастбищных травосмесей составляют полуверховые (ежа сборная, райграс пастбищный, овсяница луговая, лисохвост луговой) и низовые злаки (овсяница красная, мятлик луговой, райграс пастбищный), из бобовых видов в состав травосмесей включают клевер ползучий, клевер луговой, сорта люцерны пастбищного типа.

Для снижения затрат на перезалужение и семена целесообразно в состав травосмесей включать корневищные и корневищно-рыхлокустовые злаки (коострец безостый, овсяницу красную, лисохвост луговой, мятлик луговой), обеспечивающие долготнее использование пастбищ. Из рыхлокустовых злаков наибольшим долголетием отличается ежа сборная. Тимофеевка луговая, овсяница луговая, райграс пастбищный, фестулолиум доминируют в составе травосмесей в течение четырех–пяти лет.

В пастбищный период производится наибольшее количество молочно-мясной продукции с более высокой рентабельностью. Поэтому вегетационный период необходимо использовать в максимальной степени посредством формирования пастбищного конвейера из травостоев различных сроков спелости. Пастбищные травостои ранних сроков пользования формируются на основе доминирования райграса пастбищного или фестулолиума, которые дополняются ежой сборной и мятликом луговым. На таких травостоях скот можно выпасать начиная со второй декады мая.

Для травостоев средних и поздних сроков пользования применяются клевер луговой, клевер ползучий, тимopheевка луговая, овсяница луговая, мятлик луговой, кострец безостый, лисохвост луговой и др. Такие травосмеси используются в конце мая – начале июня.

В оптимальные фазы для выпаса (кущение – выход в трубку доминирующих видов злаков) пастбищный корм содержит не менее 15–18% сырого протеина и не менее 10 МДж в 1 кг сухого вещества с высокой переваримостью. Время стравливания в оптимальные фазы каждого травостоя по спелости составляет примерно 10 дней, а продолжительность первого и второго циклов — 20–25 дней.

Следует отметить, что на участках, подверженных длительным заморозкам, ежа сборная, райграс пастбищный могут повреждаться низкими температурами.

На почвах легкого механического состава (супеси, легкие суглинки), которые могут испытывать в отдельные периоды недостаток влаги, целесообразно создавать пастбища на основе относительно засухоустойчивых видов — овсяница луговая, райграс высокий, кострец безостый, мятлик луговой, фестулолиум, люцерна изменчивая и желтая, клевер гибридный.

На почвах среднего механического состава в пастбищные травостои включают все районированные виды злаковых и бобовых трав; на почвах тяжелого механического состава предпочтительнее включать в травосмеси тимopheевку луговую, райграс пастбищный, клевер гибридный, клевер ползучий, люцерну посевную.

Виды трав, рекомендованные на водораздельных равнинах, можно применять в поймах рек с затоплением в период половодья не более 10–15 дней.

На осушенных низинных торфяниках эффективны пастбищные травостои с участием ежи сборной, овсяницы луговой, лисохвоста лугового, мятлика лугового, тимopheевки луговой, костреца безостого, клевера гибридного, клевера лугового, клевера ползучего, люцерны изменчивой.

Долголетию пастбищ в значительной степени способствуют режимы их использования и ухода.

Пастбищные травостои с участием низовых злаков, несущих много прикорневых листьев, всегда сохраняют достаточную ассимилирующую поверхность и в меньшей мере чувствительны к частому стравливанию [5; 6]. В дернине пастбищного типа органическое вещество образуется значительно интенсивнее, чем в дернине сенокосов. Микробиологические процессы протекают более активно; в результате разложения органического вещества запасы минеральных веществ более доступны растениям. Пастбищные травостои стравливаются всегда до колошения, вследствие чего растения не используют питательные вещества на развитие генеративных органов. Такие особенности способствуют более продолжительному использованию пастбищ и более активному повышению плодородия верхних слоев почвы.

Обязательным условием долголетнего использования пастбищ на суходолах лесной зоны является ежегодное применение полного минерального удобрения. При этом злаковые травостои при достаточном обеспечении азотом вполне мо-

гут составить конкуренцию бобовым по сбору и аминокислотному составу протеина. При достаточном внесении удобрений в травостое доминируют культурные виды; при недостатке — культурные виды выпадают и заменяются малоценным разнотравьем.

Сенокосы являются основным источником производства качественных объемистых кормов для зимнего содержания животных. Сенокосы в крестьянско-фермерских хозяйствах являются альтернативой прифермским севооборотам с интенсивными однолетними кормовыми культурами, которые применяются в крупных животноводческих предприятиях. Основная задача сенокосов — единовременное производство большого количества растительного сырья для заготовки качественных кормов для зимнего содержания животных. Культурные сенокосы, как и пастбища, необходимо создавать на пахотнопригодных землях на водораздельных возвышенных равнинах. Основными требованиями к травосмесьям, создаваемым на таких землях, являются высокая продуктивность, долголетие, 1–2 полноценных укоса, пригодность растительного сырья для производства различных видов кормов (сено, сенаж, силос). Основу сенокосных травостоев составляют верховые злаки, имеющие много удлиненных, хорошо облиственных побегов и мало прикорневых листьев. Такие виды убираются в более поздние фазы развития (начало выметывания — колошение). При скашивании они теряют почти весь листовой аппарат, выносят из почвы большое количество питательных веществ и поэтому весьма чувствительны к многократному использованию. По имеющим-

ся данным [6; 7], при использовании рыхлокустовых верховых злаков сенокосный режим использования оказывает негативное влияние на формирование и интенсивность разложения корневой массы, активность микробиологических процессов. При недостаточном азотном питании продуктивность таких травостоев со старением снижается, сокращаются сроки пользования. При достаточном обеспечении травостоев питательными веществами и влагой такие процессы существенно замедляются. В крестьянско-фермерских хозяйствах целесообразно создавать травостои с доминированием злаковых длиннокорневищных видов (кострец безостый, лисохвост луговой, двукисточник тростниковый, овсяница тростниковая). Такие виды возобновляются и размножаются вегетативно. Дополнительными компонентами являются тимopheевка луговая, ежа сборная, овсяница луговая, клевер луговой и гибридный, лядвенец рогатый, обеспечивающие высокую продуктивность посевов в первые годы пользования. Для формирования прочной несущей дернины и устойчивости к сорнякам в такие травосмеси целесообразно вводить короткокорневищные злаки — мятлик луговой и другие. По имеющимся данным [6], травосмеси для долголетнего интенсивного использования более устойчивы по сравнению с одновидовыми посевами.

Количество видов в долголетних травосмесьях обычно составляет 3–4, более полно занимающие вертикальную структуру фитоценоза и близкие по требованиям к приемам ухода и использования. Так, например, для Центрального района лесной зоны рекомендованы дву- и трех-

видовые травосмеси длительного пользования [8]:

- раннеспелые: 1) ежа сборная, лисохвост луговой, мятлик луговой; 2) ежа сборная, лисохвост луговой;
- среднеспелые: 1) двукосточник тростниковый, овсяница тростниковая; 2) кострец безостый, тимopheевка луговая.

Наряду с пахотнопригодными землями сенокосы могут занимать самые разнообразные местообитания: придолинные, наклонные и водно-ледниковые равнины, пониженные сырые и влажные равнины, днища древних ложбин, поймы рек, склоны речных долин и овражно-балочных комплексов. При залужении таких местообитаний учитываются увлажнение, температурный режим, механический состав и окультуренность почв.

Так, относительно засухоустойчивые виды (овсяница тростниковая, овсяница луговая, райграс высокий, мятлик луговой, фестулолиум, козлятник восточный, люцерна желтая и др.) целесообразно размещать на почвах легкого механического состава или на склоновых землях, включая эродированные, где в отдельные периоды может быть недостаток влаги.

Неустойчивые к весенним заморозкам виды (ежа сборная, райграс пастбищный, райграс высокий, овсяница луговая и др.) не могут быть доминантами на торфяных почвах, в пониженных сырых и влажных равнинах, котловинах, где весной длительное время сохраняются заморозки.

На поймах средних и крупных рек, подвергающихся затоплению до 30 дней и более, основу сенокосных травостоев

составляют тимopheевка луговая, овсяница тростниковая, бекмания обыкновенная, кострец безостый, лисохвост луговой, лисохвост тростниковый, двукосточник тростниковый.

Важнейшим резервом дешевых и качественных кормов являются естественные сенокосы и пастбища с ценными травостоями, которые не требуют больших затрат на их улучшение и использование. Такие угодья выявляются на основе тщательной инвентаризации имеющихся в хозяйстве природных кормовых угодий с привлечением, при необходимости, специалистов. Для повышения продуктивности травостоя в 2–3 раза применяют поверхностное улучшение. При поверхностном способе травостой остается естественным, а приемы улучшения включают удаление кочек и кротовин, кустарника и обязательного внесения удобрений. На травостоях с преобладанием вегетативно размножающихся видов (корневищные, корнеотпрысковые, корневищно-рыхлокустовые) положительное действие на продуктивность оказывает боронование. На изреженных травостоях не исключается разбросной подсев трав перед боронованием. В лесной зоне первоочередными объектами для поверхностного улучшения являются пойменные, низинные, суходольные луга нормального и временного избыточного увлажнения, а также культурные старосеяные травостои. По сравнению с коренным затраты на проведение поверхностного улучшения меньше в 2–3 раза [9; 10].

Коренное улучшение предполагает полную замену травостоев вместо выродившихся естественных и старосеяных угодий на основе сплошной обработки

почвы. Основными признаками необходимости коренного улучшения травостоев являются низкая продуктивность, высокая засоренность устойчивыми видами (щучка, осоки, грубостебельные виды и др.), а также преобладание злаковых видов с низкой продуктивностью (полевица тонкая, мятлик болотный и однолетний, белоус и др.). При освоении закусочных лугов проводят расчистку от древесно-кустарниковой растительности. Комплекс мероприятий по коренному улучшению позволяет увеличить продуктивность угодий в 5–6 раз.

При обосновании видового состава травостоев сенокосного или пастбищного использования, применяемых технологий необходимо руководствоваться рекомендациями региональных научных учреждений, а также Государственным реестром селекционных сортов и гибридов, допущенных к использованию в конкретных регионах.

Таким образом, важнейшим условием эффективности животноводческих крестьянско-фермерских хозяйств является стабильная и дешевая кормовая база на основе многолетней травянистой растительности естественных и культурных сенокосов и пастбищ.

В современных условиях факторами, сдерживающими развитие травосеяния, являются недостаточные объемы производства семян многолетних трав и ограниченные возможности малых хозяйств на их приобретение, недостаток технических средств по созданию и использованию культурных сенокосов и пастбищ, улучшению природных кормовых угодий.

Вторым важнейшим направлением эффективного использования многолет-

ней травянистой растительности является освоение прогрессивных технологий производства качественных объемистых кормов для зимнего содержания животных. В настоящее время в крестьянско-фермерских хозяйствах, особенно с семейно-трудовой организацией, наиболее доступна технология приготовления сена. Однако при приготовлении сена полевой сушки потери сухого вещества корма наиболее высокие и составляют до 40%. Потери сухого вещества снижаются при приготовлении сена, высушенного с применением активного вентилирования, сенажа, силоса из провяленных трав, силоса из провяленных трав с химическими консервантами (табл. 1).

С увеличением сохранности сухого вещества возрастает питательность и обеспеченность протеином объемистых кормов (табл. 2).

Так, если в рассыпном сене полевой сушки содержится 0,45–0,50 кормовых единиц и 10–11% сырого протеина в 1 кг корма, то при сушке с использованием активного вентилирования соответственно 0,70–0,72 кормовых единиц и до 16% сырого протеина. Высокой питательностью отличаются сенаж и силос из провяленной растительной массы с применением биологических и химических консервантов.

Таким образом, в лесной зоне эффективное молочно-мясное животноводство в крестьянско-фермерских хозяйствах возможно только на основе максимального использования адаптивного и продуктивного потенциала многолетней травянистой растительности. Основу кормовой базы должны составлять культурные сенокосы и пастбища долголетнего пользования в сочетании с ценными

травостоями естественных угодий. Решение проблемы на федеральном и региональных уровнях АПК заключается в организации семеноводства многолетних трав, включая долголетние виды, доступности производителям минеральных

удобрений и технических средств для создания и улучшения сенокосов и пастбищ, заготовки объемистых кормов высокого качества по прогрессивным технологиям.

1. Потери сухого вещества в процессе заготовки и хранения кормов [11]

Культура	Вид корма	Потери сухого вещества в среднем, %	Коэффициент сохранности СВ
Злаковые травы	Зеленый корм	2–3	0,97–0,98
	Корма искусственной сушки	6–8	0,92–0,94
	Сено полевой сушки	30–35	0,65–0,70
	Сено, высушенное активным вентилированием	20–25	0,75–0,80
	Сенаж	12–18	0,82–0,88
	Силос из провяленных трав	18–20	0,80–0,82
	Силос из провяленных трав с химическим консервированием	5–10	0,90–0,95
	Силос из свежескошенной массы	20–30	0,70–0,80
	Силос из свежескошенной массы с химическим консервированием	12–20	0,80–0,80
Бобовые травы	Зеленый корм	2–3	0,97–0,98
	Корма искусственной сушки	9–10	0,90–0,91
	Сено полевой сушки	35–40	0,60–0,75
	Сено, высушенное активным вентилированием (кроме клевера)	23–28	0,72–0,77
	Сенаж	16–20	0,80–0,84
	Силос из провяленной массы с химическим консервированием	10–12	0,88–0,90
Бобово-злаковые травы	Зеленый корм	2–3	0,97–0,98
	Сено полевой сушки	32–37	0,63–0,68
	Сено, высушенное активным вентилированием	20–26	0,74–0,80
	Сенаж	12–20	0,80–0,88
	Силос из провяленных трав	14–20	0,80–0,86

2. Основные технологии заготовки объемистых кормов из многолетних трав и их питательность

Вид корма, технология	Содержится в 1 кг корма	
	кормовых единиц	протеина, %
Сено		
в т. ч. рассыпное полевой сушки	0,45–0,50	10–11
прессованное	0,48–0,52	11–12
активного вентилирования	0,70–0,72	до 16
ускоренной полевой сушки	0,80–0,83	до 18
Сенаж, силос		
в т. ч. проявление до влажности 55–60% (преимущественно люцерна, люцерно-злаковые смеси и др.)	0,35–0,40	5,9–6,0
проявление до влажности 65–70% с применением биологических и химических препаратов типа Биотроф, Феркон, АИФ (злаки, клевер, клеверозлаковые смеси) и другие	0,40–0,42	6,2–6,5

Литература

1. Благовещенский Г.В., Конончук О.В., Соболев В.В. Современное кормопроизводство в европейском сельском хозяйстве // Известия ТСХА. – 2019. – Вып. 3. – С. 33–47.
2. Иванов В.А., Иванова Е.В. Сельское хозяйство Северных и Арктических территорий: предпосылки, условия и возможности развития // Вестник НИЦ Сыктывкарского ГУ. – 2017. – № 2. – С. 22–33.
3. Справочник по кормопроизводству. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Россельхозакадемия, 2014. – 715 с.
4. Материалы совместного заседания межведомственного координационного Совета развития сельских территорий и комитета Совета Федерации по агропродовольственной политике и природопользованию. – М. : РАН, 2023. – 94 с.
5. Минина И.П. Луговые травосмеси. – М. : Колос, 1972. – 287 с.
6. Тоомре Р.И. Долголетние культурные пастбища. – М. : Колос, 1966. – 400 с.
7. Клапп Э. Сенокосы и пастбища. – М. : Изд-во с.-х. литературы, журналов и плакатов, 1961. – 615 с.
8. Жезмер Н.В., Нехорошев А.Ю. Интенсификация сенокосов долголетнего использования // Кормопроизводство: проблемы и пути решения. – М., 2007. – С. 46–52.
9. Андреев Н.Г., Тюльдюков В.А. Теория и практика луговодства. – М. : Россельхозиздат, 1977. – 267 с.
10. Кутузова А.А. Лекции послевузовского образования. – М. : Угрешская типография, 2013. – 136 с.
11. Методические рекомендации по биоэнергетической оценке севооборотов и технологий выращивания кормовых культур. – М. : ВАСХНИЛ. – 1989. – 71 с.

References

1. Blagoveshchenskiy G.V., Kononchuk O.V., Sobolev V.V. Sovremennoye kormoproizvodstvo v yevropeyskom sel'skom khozyaystve [Modern forage production in European agriculture]. *Izvestiya TSKHA [Bulletin of the Timiryazev Agricultural Academy]*, 2019, issue 3, pp. 33–47.
2. Ivanov V.A., Ivanova E.V. Sel'skoye khozyaystvo Severnykh i Arkticheskikh territoriy: predposylki, usloviya i vozmozhnosti razvitiya [Agriculture of the Northern and Arctic territories: prerequisites, conditions and development opportunities]. *Vestnik NITS Syktyvkar'skogo GU [Bulletin of the Scientific Research Center of Syktyvkar State University]*, 2017, no. 2, pp. 22–33.
3. Spravochnik po kormoproizvodstvu [Handbook of forage production]. Moscow, Rosselkhozakademiya Publ., 2014, 715 p.
4. Materialy sovместного zasedaniya mezhvedomstvennogo koordinatsionnogo Soveta razvitiya sel'skikh territoriy i komiteta Soveta Federatsii po agroprodovol'stvennoy politike i prirodopol'zovaniyu [Materials of the joint meeting of the interdepartmental coordinating Council for the Development of Rural Territories and the Federation Council Committee on Agri-Food Policy and Environmental Management]. Moscow, 2023, 94 p.
5. Minina I.P. Lugovyie travosmesi [Meadow grass mixtures]. Moscow, Kolos Publ., 1972, 287 p.
6. Toomre R.I. Dolgoletniye kul'turnyye pastbishcha [Long-term cultural pastures]. Moscow, Kolos Publ., 1966, 400 p.
7. Klapp E. Senokosy i pastbishcha [Hayfields and pastures]. Moscow, Publishing house of agricultural literature, magazines and posters, 1961, 615 p.
8. Zhezmer N.V., Nekhoroshev A.Yu. Intensifikatsiya senokosov dolgoletnego ispol'zovaniya [Intensification of hayfields for long-term use]. *Kormoproizvodstvo: problemy i puti resheniya [Forage production: problems and solutions]*. Moscow, 2007, pp. 46–52.
9. Andreev N.G., Tyuldyukov V.A. Teoriya i praktika lugovodstva [Theory and practice of meadow farming]. Moscow, Rosselkhozizdat Publ., 1977, 267 p.
10. Kutuzova A.A. Lektsii poslevuzovskogo obrazovaniya [Lectures on postgraduate education]. Moscow, Ugreshskaya tipografiya Publ., 2013, 136 p.
11. Metodicheskiye rekomendatsii po bioenergeticheskoy otsenke sevooborotov i tekhnologiy vyrashchivaniya kormovykh kul'tur [Methodological recommendations for bioenergetic assessment of crop rotations and technologies for growing forage crops]. Moscow, 1989, 71 p.



Памяти ученого

*В 2025 г. Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса отмечает 100-летие со дня рождения **Геннадия Петровича КУТУЗОВА** (1925–2014) — доктора сельскохозяйственных наук, профессора, ветерана Великой Отечественной войны.*

В 1942 г. Геннадий Петрович Кутузов окончил 10 классов, в 1943 г. был призван в Красную армию. Участвовал в боях на Орловско-Курской дуге, освобождал г. Орел в составе 120 Гвардейской дивизии. В боях по освобождению Белоруссии от немецкой оккупации при форсировании р. Проня был тяжело ранен в октябре 1943 г. Из госпиталя направлен на Западный фронт, затем командирован в Киевское артиллерийское

училище. После окончания училища и присвоения звания младшего лейтенанта был направлен в Северную группу войск (Германия).

После окончания войны проходил службу в 629 и 632 минометных полках (Польша).

В 1948 г. демобилизован. Медицинская экспертная комиссия признала Г. П. Кутузова инвалидом войны второй группы.



*Командир взвода
управления
560 артиллерийского полка
Г.П. Кутузов.
Германия. 1945 г.*



*Командир взвода
управления
632 минометного полка
Г.П. Кутузов.
Германия. 1947 г.*



*Офицеры 629 минометного полка
Германия. Гросс-Борн.
Слева в первом ряду – Г.П. Кутузов*

За проявленные в боях с немецко-фашистскими захватчиками смелость и мужество Г.П. Кутузов награжден орденом Отечественной войны I степени, медалями «За отвагу», «За победу над Германией в Великой Отечественной

войне 1941–1945 гг.», «Курская битва», «Георгий Жуков», а также юбилейными медалями Победы, почетными знаками «Гвардия», «Фронтовик 1941–1945 гг.», «25 лет Победы в Великой Отечественной войне».

После демобилизации в 1948 г. Г.П. Кутузов поступил в Ульяновский сельскохозяйственный институт, который окончил с отличием в 1953 г. Два года работал главным агрономом машинно-тракторной станции в Ульяновской области, затем — научным сотрудником



Анненковской опытной станции животноводства. В 1954 г. был делегатом Всероссийского съезда передовиков сельского хозяйства СССР в Кремле (на фото — третий слева).

Основная научная деятельность Г.П. Кутузова связана с ВНИИ кормов имени В.Р. Вильямса, в котором он проработал 45 лет и где прошел научный путь от аспиранта до заместителя директора по научной работе.

В 1956 г. он поступил в аспирантуру ВНИИ кормов, защитил кандидатскую диссертацию. С 1961 г. работал старшим научным сотрудником лаборатории защиты растений ВНИИ кормов, с 1967 г. — заведующим лабораторией гербицидов.

В 1973 г. защитил докторскую диссертацию и работал заведующим отделом планирования и организации научно-исследовательских работ; с 1974 по 1978 г. — заместитель директора ВНИИ кормов по научной работе; до 1991 г. — заведующий отделом защиты растений. Получил звание профессора.

Г.П. Кутузов разработал способы применения гербицидов на бобах, сахарной свекле, моркови, люпине, кормовой капусте. Эти разработки имели большое практическое значение для сельскохозяйственного производства. По результатам исследований Геннадий Петрович опубликовал более 150 научных работ. Под его руководством 12 аспирантов защитили кандидатские диссертации.

За плодотворную научную работу и вклад в развитие сельскохозяйственной науки Г.П. Кутузов награжден многочисленными медалями и Почетными грамотами.

Скончался Г.П. Кутузов в 2014 г. Ушел из жизни замечательный человек, ученый, педагог, кавалер высоких знаков отличия Великой Отечественной войны.

Светлая память о Геннадии Петровиче навсегда сохранится в сердцах его учеников, коллег и друзей.

Редакция журнала «Адаптивное кормопроизводство»

Редакционный совет

Косолапов Владимир Михайлович	доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН
Савченко Иван Васильевич	доктор биологических наук, профессор, академик РАН
Жученко-мл. Александр Александрович	доктор биологических наук, профессор, академик РАН
Кашеваров Николай Иванович	доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, Сибирский ФНЦ агробиотехнологий РАН
Шпаков Анатолий Свиридович	доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент РАН, ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»
Дуборезов Василий Мартынович	доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста
Думачева Елена Владимировна	доктор биологических наук, доцент ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»
Косолапова Валентина Геннадьевна	доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры кормления животных ФГБОУ ВО «РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева»
Костенко Сергей Иванович	кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»
Лаптев Георгий Юрьевич	доктор сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО СПбГАУ, ООО «Биотроф»
Некрасов Роман Владимирович	доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН, ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста
Разин Олег Анатольевич	кандидат сельскохозяйственных наук, ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»
Трофимов Илья Александрович	доктор географических наук, ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»
Чернявских Владимир Иванович	доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»

Editorial Council

Kosolapov Vladimir Mikhailovich	Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences
Savchenko Ivan Vasilievich	Doctor of Biological Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences
Zhuchenko Jr. Alexander Alexandrovich	Doctor of Biological Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences
Kashevarov Nikolay Ivanovich	Doctor of Agricultural Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences, Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnology RAS
Shpakov Anatoliy Sviridovich	Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology
Duborezov Vasiliy Martynovich	Doctor of Agricultural Sciences, Professor, L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry
Dumacheva Elena Vladimirovna	Doctor of Biological Sciences, Assistant Professor, Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology
Kosolapova Valentina Gennadievna	Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Animal Feeding, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "RGAU–MSKhA named after K.A. Timiryazev"
Kostenko Sergei Ivanovich	Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology
Laptev Georgiy Yurievich	Doctor of Agricultural Sciences, St. Petersburg State University, Limited Liability Company "Biotrof"
Nekrasov Roman Vladimirovich	Doctor of Agricultural Sciences, Professor of RAS, L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry
Razin Oleg Anatolievich	Candidate of Agricultural Sciences, Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology
Trofimov Ilya Alexandrovich	Doctor of Geographical Sciences, Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology
Chernyavskikh Vladimir Ivanovich	Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology

№ 1 (март) 2025

Гарнитура: Times New Roman

Размер: 2,7 MB

