

АФР АДАПТИВНОЕ КОРМОПРОИЗВОДСТВО

Научный журнал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», № 4 (декабрь) 2024



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

№ 4 (декабрь) 2024

DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2024-4

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**

№ 4 (December) 2024

DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2024-4

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

МОРФОБИОЛОГИЧЕСКИЕ И ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ НОВОГО СОРТА ЯРОВОГО РАПСА СВЕТОЗАР	6–17
Воловик В.Т.¹, Сергеева С.Е.¹, Широкова А.В.², Коровина Л.М.¹, Леонидова Т.В.¹, Прологова Т.В.¹	
¹ ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»	
² ФГБНУ Федеральный научный центр овощеводства	
ПРИМЕНЕНИЕ SCOT-МАРКЕРОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ СОРТОВ МЯТЛИКА ЛУГОВОГО (<i>Poa pratensis</i> L.)	18–26
Кривопук Е.Ю., Мавлютов Ю.М.	
ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»	
НОВЫЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕПАРАТЫ ДЛЯ ЛЮЦЕРНЫ	27–35
Гребенников А.А., Костенко С.И., Чернявских В.И., Думачева Е.В., Максимова П.В., Гаар А.В., Акимов А.В.	
ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»	
СОСТОЯНИЕ СЕМЕНОВОДСТВА И АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА АРЕАЛА ВОЗДЕЛЫВАНИЯ РАЙГРАСА ОДНОЛЕТНЕГО	36–53
Золотарев В.Н.	
ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»	
КАЧЕСТВО БЕЛКА КОРМА МНОГОЛЕТНИХ ОСУШАЕМЫХ ЗЛАКОВЫХ ПАСТБИЦ ПРИ ИХ ИНТЕНСИВНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В ЦЕНТРАЛЬНОМ РАЙОНЕ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ	54–61
Трофимов И.А., Гречишников Н.Н.	
ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»	
ХИМИЧЕСКОЕ КОНСЕРВИРОВАНИЕ КОРМОВ ИЗ КОЗЛЯТНИКА ВОСТОЧНОГО	62–67
Абрамян А.С., Клименко В.П., Маляренко С.А., Миоц З.К.	
ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»	
КОРМОПРОИЗВОДСТВО В КРЕСТЬЯНСКО-ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВАХ ЛЕСНОЙ ЗОНЫ	68–74
Шпаков А.С.	
ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»	

CONTENT

MORPHOBIOLOGICAL AND ECONOMICALLY VALUABLE FEATURES OF THE NEW VARIETY OF SPRING RAPESEED 'SVETOZAR'	6–17
Volovik V.T.¹, Sergeeva S.E.¹, Shirokova A.V.², Korovina L.M.¹, Leonidova T.V.¹, Prologova T.V.¹	
¹ <i>Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology</i>	
² <i>Federal Scientific Vegetable Center</i>	
APPLICATION OF SCOT MARKERS FOR EVALUATION OF THE GENETIC VARIABILITY OF BLUE-GRASS VARIETIES (<i>Poa pratensis</i> L.)	18–26
Krivopusk E.Yu., Mavlyutov Yu.M.	
<i>Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology</i>	
NEW MICROBIOLOGICAL PREPARATIONS FOR ALFALFA	27–35
Grebennikov A.A., Kostenko S.I., Chernyavskikh V.I., Dumacheva E.V., Maksimova P.V., Gaar A.V., Akimov A.V.	
<i>Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology</i>	
STATE OF SEED PRODUCTION AND AGROECOLOGICAL ASSESSMENT OF THE AREA OF CULTIVATION OF ANNUAL RYEGRASS	36–53
Zolotarev V.N.	
<i>Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology</i>	
QUALITY OF PROTEIN FEED OF PERENNIAL DRAINED CEREAL PASTURES WITH THEIR INTENSIVE USE IN THE CENTRAL REGION OF THE NON-CHERNOZEM ZONE	54–61
Trofimov I.A., Grechishnikov N.N.	
<i>Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology</i>	
CHEMICAL PRESERVATION OF FEED FROM EASTERN GOAT'S RUE (GALEGA)	62–67
Abramyan A.S., Klimenko V.P., Malyarenko S.A., Miyuts Z.K.	
<i>Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology</i>	
FODDER PRODUCTION IN PEASANT-FARMERS FARMS OF THE FOREST ZONE	68–74
Shpakov A.S.	
<i>Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology</i>	

УДК 633.853:631.527

DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2024-4-6-17

МОРФОБИОЛОГИЧЕСКИЕ И ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ НОВОГО СОРТА ЯРОВОГО РАПСА СВЕТОЗАР*

В.Т. Воловик¹, кандидат сельскохозяйственных наук
С.Е. Сергеева¹, кандидат сельскохозяйственных наук
А.В. Широкова², кандидат биологических наук
Л.М. Коровина¹, кандидат химических наук
Т.В. Леонидова¹, кандидат сельскохозяйственных наук
Т.В. Прологова¹, кандидат сельскохозяйственных наук

¹ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»

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

vik_volovik@mail.ru

²ФГБНУ Федеральный научный центр овощеводства

143080, Россия, Московская обл., Одинцовский г.о., пос. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д. 14

MORPHOBIOLOGICAL AND ECONOMICALLY VALUABLE FEATURES OF THE NEW VARIETY OF SPRING RAPESEED 'SVETOZAR'

V.T. Volovik¹, Candidate of Agricultural Sciences
S.E. Sergeeva¹, Candidate of Agricultural Sciences
A.V. Shirokova², Candidate of Biological Sciences
L.M. Korovina¹, Candidate of Chemical Sciences
T.V. Leonidova¹, Candidate of Agricultural Sciences
T.V. Prologova¹, Candidate of Agricultural Sciences

¹Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology

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

vik_volovik@mail.ru

²Federal Scientific Vegetable Center

143080, Russia, Moscow region, Odintsovsky urban district,

settlement VNISSOK, Selektionnaya str., 14

Представлена морфобиологическая и хозяйственно ценная характеристика перспективного сорта ярового рапса Светозар. Сорт создан с использованием химического мутагенеза: в результате обработки семян сорта Викрос этилметансульфонатом в концентрации 0,03% с последующим отбором линий, отличающихся скороспелостью, устойчивостью к полеганию, улучшенным биохимическим составом семян. Отличительные морфологические признаки: укороченные междоузлия главного стебля, побеги первого порядка базальные, располагаются сближено друг к другу «мутовкой», что повышает устойчивость растений к полеганию; одновременное цветение побегов

*Работа выполнена по заданию ПФНИ № FGGW-2022-0003.

первого порядка и центральной кисти, за счет чего созревание семян на растении ускоряется и происходит дружно на всех ярусах; сурепичный тип расположения стручков, что повышает устойчивость растений к осыпанию семян при перестое на корню и неблагоприятных погодных условиях во время уборки. Средняя урожайность семян за пять лет испытаний составила 2,37 т/га, что на 0,39 т/га выше стандарта сорта Викрос. Содержание жира — $45,4 \pm 2,1\%$, белка — $24,2 \pm 2,0\%$, клетчатки — $8,4 \pm 2,9\%$. Гарантирует получение 28–32 т/га зеленой массы с выходом до 6 т/га сухого вещества. Низкое содержание глюкозинолатов в семенах (11,6–13,9 мкмоль/г) позволит использовать семена, жмых и шрот при кормлении животных в повышенных дозах. С 2023 г. сорт допущен к использованию по пяти регионам России — Северо-Западному, Центральному, Волго-Вятскому, Уральскому и Западно-Сибирскому.

Ключевые слова: рапс яровой, химический мутагенез, урожайность семян, сорт, жир, протеин, клетчатка, морфологические признаки.

The morphobiological and economically valuable characteristics of the promising variety of spring rapeseed 'Svetozar' are presented. The variety was created using chemical mutagenesis: as a result of processing seeds of the 'Vikros' variety with ethylmethanesulfonate at a concentration of 0.03%, followed by the selection of lines characterized by precocity, lodging resistance, and improved biochemical composition of seeds. Distinctive morphological features: shortened internodes of the main stem, shoots of the first order are basal, located close to each other in a "whorl", which increases the resistance of plants to lodging; simultaneous flowering of shoots of the first order and the central brush, due to which the maturation of seeds on the plant accelerates and occurs amicably on all tiers; a surepic type of arrangement of pods, which increases the resistance of plants to seed shedding during overstocking on the root and adverse weather conditions during harvesting. The average seed yield over five years of testing was 2.37 t/ha, which is 0.39 t/ha higher than one hundred. The fat content is $45.4 \pm 2.1\%$, protein — $24.2 \pm 2.0\%$, fiber — $8.4 \pm 2.9\%$. It guarantees the production of 28–32 t/ha of green mass with an output of up to 6 t/ha of dry matter. The low content of glucosinolates in seeds (11.6–13.9 mmol/g) will allow the use of seeds, cake and meal when feeding animals in high doses. The variety is approved for use from 2023 in five regions of Russia — Northwestern, Central, Volga-Vyatka, Ural and West Siberian.

Keywords: spring rapeseed, chemical mutagenesis, seed yield, variety, fat, protein, fiber, morphological features.

Для условий центральной России масличные капустные культуры наиболее приспособлены по своим биологическим характеристикам [1].

Масложировая отрасль расширяет сеть заводов по производству растительного масла, а жмыхи и шроты востребованы в комбикормовой промышленности. В настоящее время рапс является одной из самых маржинальных масличных культур.

Рапсовое масло используется в пищевой, комбикормовой, технической, медицинской, военной промышленности. Состав жирных кислот рапсового

масла является основным признаком, определяющим режим его использования [2; 3]. Жмыхи и шроты двулулевых сортов рапса являются ценными добавками в комбикормах не только в животноводстве, но и в птицеводстве, а последнее время и в рыбоводстве [4; 5; 6; 7; 8].

Импортозамещение, определенное в постановлениях Правительства, будет реальным, если сельхозпроизводители будут обеспечены отечественными семенами. Для получения высоких урожаев необходимы качественные семена сортов и гибридов, приспособленных к

конкретным почвенно-климатическим условиям. До 40% успеха зависит от правильно выбранного сорта.

Вследствие растрескивания стручков и полегания растений урожай может снизиться на 25–50%, кроме того, ухудшаются биохимические характеристики собранных маслосемян [9].

Селекция сортов и гибридов, устойчивых к комплексу биотических и абиотических факторов, является основным в деле повышения продуктивности рапсового сеяния.

Одним из наиболее эффективных методов получения нового исходного материала рапса является химический мутагенез [10]. Успешность мутагенеза в создании новых сортов и линий показана в работах многих зарубежных авторов [11; 12; 13]. В нашей стране работы по изучению действия и использования химического мутагенеза в сельском хозяйстве широко велись И. А. Рапопортом, его учениками и последователями [14–22].

Основой повышения урожайности семян являются научные исследования по биологии развития культур, изучению специфики цветения и плодообразования в зависимости от сортовых особенностей и почвенно-климатических факторов. При этом особое внимание должно уделяться методам репродуцирования семян сортов нового поколения, обеспечивающих сохранность их генетических характеристик, технологиям очистки и сортировки, позволяющим доводить посевной материал до требований соответствующего ГОСТ [15; 16; 17].

Цель работы — дать морфобиологическую и хозяйственную оценку новому сорту ярового рапса Светозар.

Методика исследований. Исследования проводились в 2019–2023 гг. на полях ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве с содержанием гумуса 1,8–2,24%, азота — 0,123–0,145%, P_2O_5 — 18,6–28,2 и K_2O — 8,2–12,5 мг на 100 г почвы, $pH_{\text{сол.}}$ — 5,16–5,4. Обработка почвы: зяблевая вспашка, весенняя культивация, внесение удобрений, повторная культивация с выравниванием и прикатыванием до и после посева. Фосфорно-калийные удобрения вносили с учетом содержания элементов в почве на расчетный урожай семян ярового рапса 3 т/га; азотные удобрения — в дозе 60 кг действующего вещества на 1 га. Посев проводили при наступлении физической спелости почвы селекционной сеялкой СТ-7 на глубину 2–3 см. Делянки шириной 1,05 м и длиной 10 м. Повторность четырехкратная. Семена перед посевом обрабатывали Имидалит, КЭ (8 л/т). Для борьбы с сорняками применяли почвенный гербицид Бутизан 400 КЭ в дозе 1 л/га в фазу трех–четырёх листьев культуры, при необходимости — Лонтрел ВР (0,3 л/га) или Фюзилад супер, КЭ (1 л/га). Для защиты от вредителей посевы опрыскивали инсектицидом Децис Супер (0,1 л/га). Уборка проводилась сплошным обмолотом комбайном Винтерштайгер с предварительным взятием снопов для определения структуры урожая. Закладка питомников, наблюдения и учеты осуществлялись по методикам ВНИИ кормов, ВНИИМК и ВИР. Жирнокислотный состав масла определяли методом газожидкостной хроматографии на хроматографе Кристалл 2000М с использованием капиллярной колонки ZB 50 длиной 30 м с компьютерной про-

граммой обработки данных. Для идентификации жирных кислот (ЖК) использовали стандарт фирмы Supelco 37 comp. Fame Mix 10 mg/ml in CH₂Cl₂ (USA). Содержание глюкозинолатов в семенах определяли методом «глюкотест» и палладиевым методом на спектрофотометре. Биохимический состав семян определен по общепринятым методикам. Содержание общего азота — фотометрически с последующим пересчетом на белок, сырой клетчатки — по методу Геннеберга и Штомана, содержание жира — методом обезжиренного остатка.

Погодные условия различались по теплообеспеченности: показатели 2019, 2020, 2022, 2023 гг. были выше, а 2021 г. — значительно выше средних многолетних; количество выпавших осадков в период вегетации 2019 и 2020 гг. было в 1,5 раза выше, 2021 и 2023 гг. — ниже средних значений, 2022 г. был засушливым: в 2,4 раза суше первая и в 5 раз вторая половина вегетации.

Это позволило дать объективную оценку перспективному сорту ярового рапса Светозар.

Результаты и обсуждение экспериментальных данных. Методом химического мутагенеза с использованием этилметансульфоната в концентрации 0,03% получен новый исходный материал ярового рапса с измененными по сравнению с исходным сортом Викрос (патент № 0829) биохимическими и морфологическими свойствами. В результате проведенных отборов и самоопыления на базе одного из номеров создан двунулевой сорт ярового рапса Светозар.

Урожайность семян — признак полигенный, зависящий от многих биотических и абиотических факторов. Средняя за 5 лет урожайность семян перспективного сорта Светозар составила 2,37 т/га с колебаниями от 1,39 в 2022 засушливом году до 3,1 т/га в 2023 г., что на 0,39 т (16,5%) выше стандарта (табл. 1).

1. Урожайность семян перспективного сорта ярового рапса Светозар

Сорт	Урожайность семян, т/га						
	2019 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Средняя	Стандартное отклонение
Светозар	2,62	2,21	1,39	3,10	2,51	2,37	0,63
Викрос	2,10	2,11	1,30	2,60	1,78	1,98	0,48
НСР ₀₅	0,21	0,15	0,10	0,24	0,19	0,20	—

Не только урожайность является важной характеристикой любого сорта, но и биохимический состав семян, определяющий хозяйственную ценность. Содержание жира в семенах сорта Светозар варьировало от 42,7 до 48,0 г/100 г семян, среднее содержание — 45,4%. В 100 г семян содержалось от 21,7 до 27,2 г

белка. По сумме жира и белка сорт Светозар несколько превосходил стандарт (табл. 2). Преимущество по сбору жира и белка с единицы площади имел перспективный сорт. Средний сбор жира составил 1,1 т, белка — 0,57 т/га, что выше стандарта на 0,21 и 0,1 т/г соответственно.

2. Биохимический состав семян ярового рапса сорта Светозар

Год	Содержание, г/100 г семян							
	клетчатка		жир		белок		сумма жира и белка	
	Сорта							
	Светозар	Викрос	Светозар	Викрос	Светозар	Викрос	Светозар	Викрос
2019	6,6	6,6	45,6	44,1	24,8	24,0	70,4	68,1
2020	6,4	6,2	46,5	48,8	21,7	20,9	68,1	69,8
2021	8,8	9,3	44,0	41,1	27,2	26,8	71,1	67,9
2022	7,2	8,0	48,0	46,6	24,1	26,6	72,0	73,2
2023	13,2	13,7	42,7	43,5	23,2	21,6	65,9	65,1
Среднее	8,4	8,7	45,4	44,8	24,2	23,9	69,5	68,8
Стандартное отклонение	2,9	3,0	2,0	2,9	2,0	2,7	2,4	2,9

Состав жирных кислот рапсового масла считается оптимальным для пищевых целей, если содержит около 7% насыщенных ЖК (включая пальмитиновую C16:0 и стеариновую C18:0), 61% мононенасыщенной олеиновой C18:1 и полиненасыщенные кислоты: линолевую C18:2 — 20%, линоленовую C18:3 — 10% и эйкозеновую C20:1 — 1% [23]. Селекция на качество масла трех основных физиологически важных кислот проводится на всех стадиях работы. Олеиновая кислота является главным представителем омега-9 кислот [24]. Это группа мононенасыщенных триглицеридов, которые входят в структуру каждой клетки человеческого организма. Данные жиры участвуют в построении миелина нейронов, регулируют обмен эссенциальных соединений, активируют синтез гормонов, нейромедиаторов и витаминоподобных веществ [25].

Существует довольно много видов омега-6 жирных кислот. Наиболее важным представителем группы полиненасыщенных жирных кислот, относящихся

к омега-6, является линолевая кислота C18:2(n-6), сюда же относятся арахидоновая кислота C20:4(n-6), гамма-линоленовая кислота C18:3(n-6), эйкозадиеоновая кислота C20:2(n-6). Данные соединения стабилизируют обменные процессы в организме, поддерживают целостность клеточных мембран, потенцируют синтез гормоноподобных веществ, снижают психоэмоциональное напряжение, улучшают функциональное состояние дермы [26].

К омега-3 относят 11 полиненасыщенных жирных кислот. Без них не могут нормально функционировать нервная и иммунная системы. Из них синтезируются гормоноподобные вещества, регулирующие течение воспалительных процессов, свертываемость крови, сокращение и расслабление стенок артерий и другие важные процессы.

Самыми ценными считаются три жирные кислоты омега-3: альфа-линоленовая C18:3(n-3), эйкозопентаеновая C20:5(n-3) и докозогексаеновая C22:5(n-3) [27].

Питательная ценность масла рапса по принятому отношению ПНЖК/НЖК (полиненасыщенные жирные кислоты/насыщенные жирные кислоты) у сорта Светозар составляет в среднем 4,5. Это соот-

ношение характерно для масел, используемых в диетическом питании.

Средний состав жирных кислот в семенах нового сорта приведен на рис. 1.

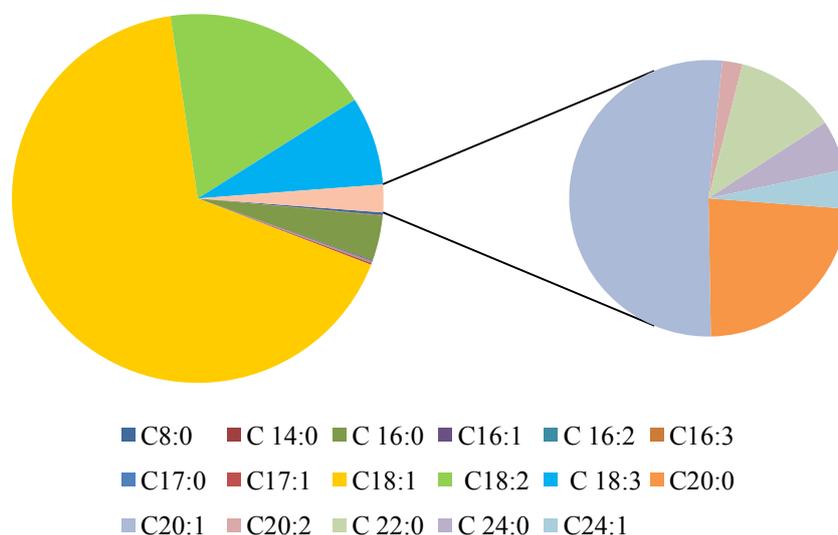


Рис. 1. Диаграмма жирнокислотного состава масла ярового рапса сорта Светозар

В семенах перспективного сорта эруковая кислота, вызывающая негативное действие на организм, не обнаруживалась.

Среднее содержание олеиновой кислоты за годы оценки составило 65,6%, линолевой — 19,4 и линоленовой — 8,3% (рис. 2).

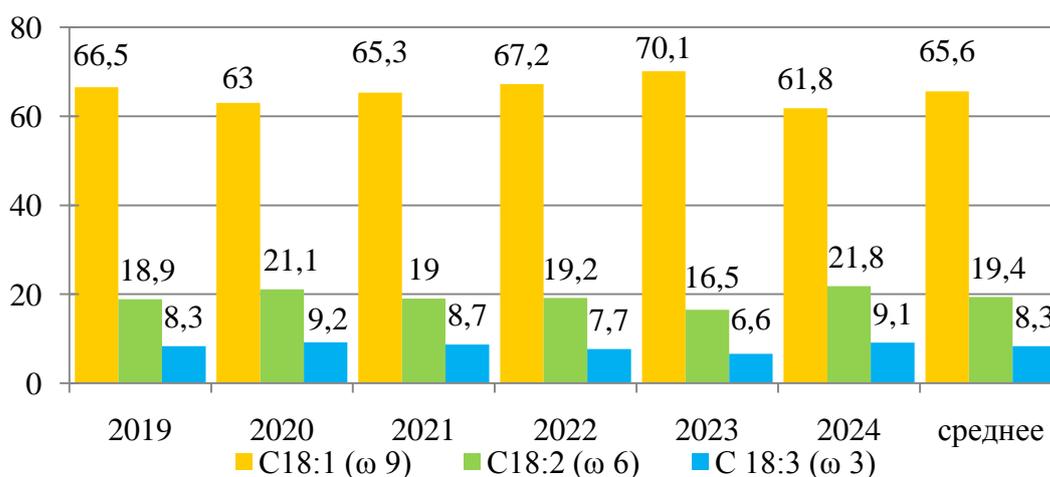


Рис. 2. Содержание основных жирных кислот в масле ярового рапса сорта Светозар

Белок рапса, как известно, является по своим биологическим свойствам ценным в кормовом отношении, т. к. содержит все необходимые для организма животных и птицы аминокислоты. Особенно он богат серосодержащими аминокислотами, которых недостаточно в белке сои. Для замены соевого белка в рационах животных рапсовым необходимо снижение в семенах содержания глюкозинолатов. В семенах «канолы» содержание глюкозинолатов регламентируется 18 мкмоль/г. По существующему ГОСТ Р 52325-2005 в семенах рапса репродукции ОС (суперэлита) должно со-

держаться не выше 15 мкмоль/г глюкозинолатов. В семенах сорта Светозар среднее содержание глюкозинолатов составляет 14,2 мкмоль/г (<0,5%).

Повышение питательности кормов с участием рапса возможно за счет снижения содержания клетчатки Среднее содержание клетчатки в семенах перспективного сорта — 8,4% (табл. 2).

Отличительные морфологические признаки сорта (табл. 3): средняя высота растений ($94,6 \pm 13,7$ см), варьирует в зависимости от условий года от 77,6–79,3 (2020, 2021 гг.) до 110–115 см (2023, 2024 гг.).

3. Морфология растений ярового рапса сорта Светозар в 2019–2024 гг.

Год	Высота растения, см	Высота прикрепления нижнего побега, см	Количество, шт.							Длина стручка, см	Длина носика стручка, см	Количество семян в пятом стручке, шт.
			побегов				стручков					
			1-го порядка	2-го порядка	3-го порядка	всего	на главном побеге	на боковых побегах	всего			
2019	98,1	24,8	3,8	4,1	0,7	8,7	15,1	52,5	85,9	6,6	1,2	17,5
2020	77,6	36,3	1,9	1,7	0	3,6	17,2	22,3	39,5	5,5	0,7	18,8
2021	79,3	23,3	3,6	2,1	0	5,7	21,4	41	62,4	6,2	1,2	18
2022	90,1	42,1	2,9	0,5	0	3,4	30,1	29,1	59,2	6,4	0,8	15,2
2023	108,0	45,4	3,9	4,0	2,8	10,7	29,6	43,6	73,2	6,9	1,0	21,8
2024	114,3	35,2	3,6	2,4	3,1	6,1	19,9	48,1	67,9	7,3	1,0	21,2
Среднее	94,6	34,5	3,2	2,5	1,2	6,3	22,2	39,4	64,7	6,5	1,0	18,8
Стандартное отклонение	13,7	8,2	0,7	1,4	1,5	2,9	6,3	11,5	15,5	0,6	0,2	2,2

Высота прикрепления первого побега — $34,2 \pm 8,2$ см. Характерны укороченные междоузлия главного стебля.

Побеги первого порядка базальные, расположены сближено «мутовкой», направлены вверх под острым углом. Такая архитектура растений повышает их устойчивость к полеганию.

Распускание бутонов в соцветиях побегов первого порядка происходит одновременно с зацветанием центральной кисти. Цветение дружное, за счет чего созревание семян на растении происходит одновременно на всех ярусах, тем самым снижается разнокачественность полученных семян.

Стручки на побегах расположены почти вертикально, параллельно оси побега (рис. 3–4), что повышает устойчивость к растрескиванию. Стручок дли-

ной $6,5 \pm 0,6$ см, носик стручка — $0,9 \pm 0,2$ см. Семена в стручке лежат плотно друг к другу, в среднем в стручке — $20 \pm 2,2$ семени (рис. 5–6).



Рис. 3. Растение ярового рапса Светозар в фазу стручкообразования



Рис. 4. Растение ярового рапса Светозар в фазу полной спелости



Рис. 5. Стручок ярового рапса сорта Светозар



Рис. 6. Семена ярового рапса сорта Светозар

Масса 1000 семян — 3,6–4,5 г. При неблагоприятных погодных условиях на

нижней части стеблей отмечается легкий антоциановый оттенок.

Продолжительность вегетационного периода в среднем составляла 98 ± 5 дней.

Заключение. Сорт Светозар (патент № 12945) создан методом химического мутагенеза (обработка семян ярового рапса сорта Викрос этилметансульфонатом в концентрации 0,03%).

Авторы сорта: Воловик В.Т., Широкова А.В., Сергеева С.Е., Коровина Л.М., Крутиус О.Н., Кузьмина А.В.

Сорт допущен к использованию с 2023 г. по Северо-Западному, Центральному, Волго-Вятскому, Уральскому и Западно-Сибирскому регионам.

Литература

1. Воловик В.Т., Шпаков А.С. Производство рапса в Центральной России: состояние и перспективы // Кормопроизводство. – 2020. – № 10. – С. 3–9. – ISBN: 1562-0417.
2. Napier J.A., Haslam R.P., Beaudoin F., Cahoon E.B. Understanding and manipulating plant lipid composition: metabolic engineering leads the way. *Curr. Opin. Plant Biol.* 2014; 19: 68–75.
3. Гаганов А.П., Зверкова З.Н., Осипян Б.А. Рапсовое масло в кормлении цыплят-бройлеров // Комбикорма. – 2020. – № 7–8. – С. 42–44.
4. Гаганов А.П., Юртаева К.Е. Яровой рапс в комбикормах цыплят-бройлеров // Комбикорма. – 2018. – № 10. – С. 70–72.
5. Гаганов А.П., Зверкова З.Н., Юртаева К.Е. Выращивание цыплят-бройлеров на новых сортах ярового рапса // Животноводство и кормопроизводство. – 2018. – Т. 101, № 4. – С. 70–72.
6. Гаганов А.П., Зверкова З.Н., Осипян Б.А. Высокопротеиновый источник для бройлеров [Электронный ресурс] // Адаптивное кормопроизводство. – 2019. – № 3. – С. 36–47. – URL: <http://www.adaptagro.ru>.
7. Гаганов А.П., Зверкова З.Н. Влияние комбикормов, содержащих различные уровни рапсового жмыха, на эффективность их использования цыплятами-бройлерами // Животноводство и кормопроизводство. – 2019. – Т. 102, № 4. – С. 238–245.
8. Гаганов А.П., Зверкова З.Н., Харламов К.В. Рапсовый жмых в кормлении цыплят-бройлеров // Российская сельскохозяйственная наука. – 2020. – № 3. – С. 49–52.
9. Hossain S., Kadkol G.P., Raman R., Salisbury P.A., Raman H. Breeding *Brassica napus* for shatter resistance. World's largest Science, Technology & Medicine Open Access book publisher, 2012. DOI: 10.5772/29051. Downloaded from: <http://www.intechopen.com/books/plant-breeding>.
10. Channaoui S., Labhilili M., Mazouz H., Mohamed El.F., Nabloussi A. Assessment of novel EMS-induced genetic variability in rapeseed (*Brassica napus* L.) and selection of promising mutants. *Pakistan Journal of Botany.* 2019. 51. DOI: 10.30848/PJB2019-5(15).
11. Lakhssassi N., Colantonio V., Flowers N.D. et al. Stearoyl-Acyl Carrier Protein Desaturase Mutations Uncover an Impact of Stearic Acid in Leaf and Nodule Structure. *Plant Physiol.* 2017 Jul;174(3):1531–1543.
12. Capilla-Perez L., Victor Solier, Virginie Portemer et al. The HEM Lines: A New Library of Homozygous *Arabidopsis thaliana* EMS Mutants and its Potential to Detect Meiotic Phenotypes. *Front Plant Sci.* 2018; 9:1339.
13. Fikere Mulusew Barbulescu, Denise Maria, Malmberg, M. Michelle et al. Genomic prediction and genetic correlation of agronomic, blackleg disease and seed quality traits in canola (*Brassica napus* L.). (2019). *International Plant and Animal Genome Conference*, San Diego, USA (12–16 January 2019. USA.)
14. Эффективность химических мутагенов в селекции : сборник статей / Отв. ред.: И.А. Рапопорт, Т.В. Сальникова; Ин-т химической физики АН СССР. – М. : Наука, 1976. – 351с.
15. Зоз Н.Н. Методика использования химических мутагенов в селекции сельскохозяйственных культур // Мутационная селекция : сборник статей. – М. : Наука, 1968. – С. 217–230.

16. Толмачева Е.В., Новоселов М.Ю. Применение метода химического мутагенеза для создания нового исходного материала лядвенца рогатого (*Lotus corniculatus* L.) // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве. Школа молодых ученых по эколого-генетическим основам Северного растениеводства в рамках Международной научно-практической конференции (Киров, 02–03 апреля 2015 года). – Киров, 2015. – С. 238–241.
17. Новоселов М.Ю. Метод химического мутагенеза в селекции клевера лугового // Методические указания по селекции и первичному семеноводству клевера. Ред.: З.Ш. Шамсутдинов, А.С. Новоселова, С.А. Бекузарова. – Москва, 2002. – С. 25–28.
18. Новоселов М.Ю. Особенности отбора и сохранения мутантных форм клевера лугового // Методические указания по селекции и первичному семеноводству клевера. Ред.: З.Ш. Шамсутдинов, А.С. Новоселова, С.А. Бекузарова. – Москва, 2002. – С. 28–29.
19. Amosova A.V., Zoshchuk S.A., Volovik V.T., Shirokova A.V., Horuzhiy N.E., Mozgova G.V., Yurkevich O.Yu., Artyukhova M.A., Lemesh V.A., Samatadze T.E., Muravenko O.V. Phenotypic, biochemical and genomic variability in generations of the rapeseed (*Brassica napus* L.) mutant lines obtained via chemical mutagenesis. *PLOS ONE*, 2019, vol. 14, no. 8, pp. e0221699.
20. Shirokova A., Volovik V., Baranova E., Krutius O., Sergeeva S., Korovina L., Muravenko O. The relationship of color and seed coat thickness with the content of fiber, fat and protein in the seeds of mutant lines of canola. *Book of abstracts 15th International Rapeseed Congress (Berlin, June 16–19, 2019)*. Berlin, 2019, pp. 287.
21. Исторические аспекты, состояние и перспективы развития семеноводства кормовых трав в России / В.Н. Золотарев, О.В. Трухан, П.И. Комахин, Т.В. Козлова // Кормопроизводство. – 2022. – № 7. – С. 3–9. – DOI: 10.25685/KRM.2022.7.2022.008.
22. Золотарев В.Н. Продуктивность семенных травостоев многолетних видов мятликовых трав на почвах разного уровня плодородия // Кормопроизводство. – 2022. – № 7. – С. 15–19. – EDN: XELUQW.
23. Sharafi Y., Majidi M.M., Goli S.H., Rashidi F. Oil content and fatty acids composition in Brassica species. *Int. J. Food Prop.* 2015; 18: 2145–2154.
24. Вся правда об Омега-9 (олеиновая кислота) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lifegid.com/bok/1636-vsya-pravda-o-omega-9-oleinovaya-kislota.html> (дата обращения 02.01.2024).
25. Сравнение жирнокислотного состава различных пищевых масел / В.Т. Воловик, Т.В. Леонидова, Л.М. Коровина, Н.А. Блохина, Н.П. Касарина // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2019. – № 5. – С. 147–152.
26. Омега-6 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://foodandhealth.ru/komponenty-pitaniya/omega-6/> (дата обращения 03.01.2024).
27. Омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты — это должен знать каждый [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://culturazdoroviya.ru/omega-3-polinenasyschennye-zhirnye-kisloty.html> (дата обращения 03.01.2024).

References

1. Volovik V.T., Shpakov A.S. Proizvodstvo rapsa v Tsentral'noy Rossii: sostoyaniye i perspektivy [Rapeseed production in Central Russia: status and prospects]. *Kormoproizvodstvo [Fodder production]*, 2020, no. 10, pp. 3–9. ISBN: 1562-0417.
2. Napier J.A., Haslam R.P., Beaudoin F., Cahoon E.B. Understanding and manipulating plant lipid composition: metabolic engineering leads the way. *Curr. Opin. Plant Biol.* 2014; 19: 68–75.
3. Gaganov A.P., Zverkova Z.N., Osipyanyan B.A. Rapsovoye maslo v kormlenii tsyplyat-broylerov [Rapeseed oil in feeding broiler chickens]. *Kombikorma [Compound feed]*, 2020, no. 7–8, pp. 42–44.
4. Gaganov A.P., Yurtaeva K.E. Yarovoy raps v kombikormakh dlya tsyplyat-broylerov [Spring rapeseed in compound feed for broiler chickens]. *Kombikorma [Compound feed]*, 2018, no. 10, pp. 70–72.

5. Gaganov A.P., Zverkova Z.N., Yurtaeva K.E. Vyrashchivaniye tsyplyat-broylerov na novykh sortakh yarovogo rapsa [Growing broiler chickens on new varieties of spring rapeseed]. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo* [Animal husbandry and forage production], 2018, vol. 101, no. 4, pp. 70–72.
6. Gaganov A.P., Zverkova Z.N., Osipyany B.A. Vysokoproteinovyy istochnik dlya broylerov [High-protein source for broilers]. *Adaptivnoye kormoproizvodstvo* [Adaptive fodder production], 2019, no. 3, pp. 36–47. URL: <http://www.adaptagro.ru>.
7. Gaganov A.P., Zverkova Z.N. Vliyaniye kombikormov, sodержashchikh razlichnyye urovni rapsovogo zhmykha, na effektivnost' ikh ispol'zovaniya tsyplyatami-broylerami [The influence of compound feeds containing different levels of rapeseed cake on the efficiency of their use by broiler chickens]. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo* [Animal husbandry and feed production], 2019, vol. 102, no. 4, pp. 238–245.
8. Gaganov A.P., Zverkova Z.N., Kharlamov K.V. Rapsovyy zhmykh v kormlenii tsyplyat-broylerov [Rapeseed cake in feeding broiler chickens]. *Rossiyskaya sel'skokhozyaystvennaya nauka* [Russian agricultural science], 2020, no. 3, pp. 49–52.
9. Hossain S., Kadkol G.P., Raman R., Salisbury P.A., Raman H. Breeding *Brassica napus* for shatter resistance. World's largest Science, Technology & Medicine Open Access book publisher, 2012. DOI: 10.5772/29051. Downloaded from: <http://www.intechopen.com/books/plant-breeding>.
10. Channaoui S., Labhilili M., Mazouz H., Mohamed El.F., Nabloussi A. Assessment of novel EMS-induced genetic variability in rapeseed (*Brassica napus* L.) and selection of promising mutants. *Pakistan Journal of Botany*. 2019. 51. DOI: 10.30848/PJB2019-5(15).
11. Lakhssassi N., Colantonio V., Flowers N.D. et al. Stearoyl-Acyl Carrier Protein Desaturase Mutations Uncover an Impact of Stearic Acid in Leaf and Nodule Structure. *Plant Physiol.* 2017 Jul;174(3):1531–1543.
12. Capilla-Perez L., Victor Solier, Virginie Portemer et al. The HEM Lines: A New Library of Homozygous *Arabidopsis thaliana* EMS Mutants and its Potential to Detect Meiotic Phenotypes. *Front Plant Sci.* 2018; 9:1339.
13. Fikere Mulusew Barbulescu, Denise Maria, Malmberg, M. Michelle et al. Genomic prediction and genetic correlation of agronomic, blackleg disease and seed quality traits in canola (*Brassica napus* L.). (2019). *International Plant and Animal Genome Conference*, San Diego, USA (12–16 January 2019. USA.)
14. Effektivnost' khimicheskikh mutagenov v selektsii : sbornik statey [Efficiency of chemical mutagens in breeding: collection of articles]. Ed.: I.A. Rapoport, T.V. Salnikova; Institute of Chemical Physics, USSR Academy of Sciences. Moscow, Nauka Publ., 1976, 351 p.
15. Zoz N.N. Metodika ispol'zovaniya khimicheskikh mutagenov v selektsii sel'skokhozyaystvennykh kul'tur [Methods of using chemical mutagens in breeding agricultural crops]. *Mutatsionnaya selektsiya: sbornik statey* [Mutation breeding: a collection of articles]. Moscow, Nauka Publ., 1968, pp. 217–230.
16. Tolmacheva E.V., Novoselov M.Yu. Primeneniye metoda khimicheskogo mutageneza dlya sozdaniya novogo iskhodnogo materiala lyadventsya rogatogo (*Lotus corniculatus* L.) [Application of the method of chemical mutagenesis to create a new source material of *Lotus corniculatus* L.]. *Metody i tekhnologii v selektsii rasteniy i rasteniyevodstve. Shkola molodykh uchenykh po ekologo-geneticheskim osnovam Severnogo rasteniyevodstva v ramkakh Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (Kirov, 02–03 aprelya 2015 goda)* [Methods and technologies in plant breeding and crop production. School of young scientists on the ecological and genetic foundations of Northern crop production within the framework of the International scientific and practical conference (Kirov, April 2–3, 2015)]. Kirov, 2015, pp. 238–241.
17. Novoselov M.Yu. Metod khimicheskogo mutageneza v selektsii klevera lugovogo [Method of chemical mutagenesis in breeding of red clover]. *Metodicheskiye ukazaniya po selektsii i pervichnomu*

- semenovodstvu klevera* [Methodical instructions for selection and primary seed production of clover]. Ed.: Z.Sh. Shamsutdinov, A.S. Novoselova, S.A. Bekuzarova. Moscow, 2002, pp. 25–28.
18. Novoselov M.Yu. Osobennosti otbora i sokhraneniya mutantnykh form klevera lugovogo [Features of selection and conservation of mutant forms of red clover]. *Metodicheskiye ukazaniya po selektsii i pervichnomu semenovodstvu klevera* [Methodical instructions for selection and primary seed production of clover]. Ed.: Z.Sh. Shamsutdinov, A.S. Novoselova, S.A. Bekuzarova. Moscow, 2002, pp. 28–29.
 19. Amosova A.V., Zoshchuk S.A., Volovik V.T., Shirokova A.V., Horuzhiy N.E., Mozgova G.V., Yurkevich O.Yu., Artyukhova M.A., Lemesh V.A., Samatadze T.E., Muravenko O.V. Phenotypic, biochemical and genomic variability in generations of the rapeseed (*Brassica napus* L.) mutant lines obtained via chemical mutagenesis. *PLOS ONE*, 2019, vol. 14, no. 8, pp. e0221699.
 20. Shirokova A., Volovik V., Baranova E., Krutius O., Sergeeva S., Korovina L., Muravenko O. The relationship of color and seed coat thickness with the content of fiber, fat and protein in the seeds of mutant lines of canola. *Book of abstracts 15th International Rapeseed Congress (Berlin, June 16–19, 2019)*. Berlin, 2019, pp. 287.
 21. Zolotarev V.N., Trukhan O.V., Komakhin P.I., Kozlova T.V. Istoricheskiye aspekty, sostoyaniye i perspektivy razvitiya semenovodstva kormovykh trav v Rossii [Historical aspects, state and prospects for the development of seed production of forage grasses in Russia]. *Kormoproizvodstvo* [Forage production], 2022, no. 7, pp. 3–9. DOI: 10.25685/KRM.2022.7.2022.008.
 22. Zolotarev V.N. Produktivnost' semennykh travostoyev mnogoletnikh vidov myatlikovykh trav na pochvakh raznogo urovnya plodorodiya [Productivity of seed herbage stands of perennial species of bluegrass grasses on soils of different fertility levels]. *Kormoproizvodstvo* [Forage production], 2022, no. 7, pp. 15–19. EDN: XELUQW.
 23. Sharafi Y., Majidi M.M., Goli S.H., Rashidi F. Oil content and fatty acids composition in Brassica species. *Int. J. Food Prop.* 2015; 18: 2145–2154.
 24. Vsyay pravda ob Omega-9 (oleinovaya kislota). Rezhim dostupa: <https://lifegid.com/bok/1636-vsya-pravda-o-omega-9-oleinovaya-kislota.html> (data obrashcheniya 02.01.2024) [The whole truth about Omega-9 (oleic acid). Access mode: <https://lifegid.com/bok/1636-vsya-pravda-o-omega-9-oleinovaya-kislota.html> (date of access 01/02/2024)].
 25. Volovik V.T., Leonidova T.V., Korovina L.M., Blokhina N.A., Kasarina N.P. Sravneniye zhirnokislotnogo sostava razlichnykh pishchevykh masel [Comparison of fatty acid composition of various edible oils]. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy* [International Journal of Applied and Fundamental Research], 2019, no. 5, pp. 147–152.
 26. Omega-6. Rezhim dostupa: <https://foodandhealth.ru/komponenty-pitaniya/omega-6/> (data obrashcheniya 03.01.2024) [Omega-6. Access mode: <https://foodandhealth.ru/komponenty-pitaniya/omega-6/> (date of access 03.01.2024)].
 27. Omega-3 polinenasyshchennyye zhirnyye kisloty – eto dolzhen znat' kazhdyy. Rezhim dostupa: <http://culturazdoroviya.ru/omega-3-polinenasyshchennyye-zhirnyye-kisloty.html> (data obrashcheniya 03.01.2024) [Omega-3 polyunsaturated fatty acids – everyone should know this. Access mode: <http://culturazdoroviya.ru/omega-3-polinenasyshchennyye-zhirnyye-kisloty.html> (date of access 03.01.2024)].

УДК 631.523

DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2024-4-18-26

**ПРИМЕНЕНИЕ SCOT-МАРКЕРОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ
ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ СОРТОВ
МЯТЛИКА ЛУГОВОГО (*Poa pratensis* L.)**

Е.Ю. Кривопуск, младший научный сотрудник
Ю.М. Мавлютов, кандидат биологических наук

ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»
141055, Россия, Московская область, г. Лобня, ул. Научный городок, корп. 1
ekaterinakrivopusk@gmail.com

**APPLICATION OF SCOT MARKERS FOR EVALUATION
OF THE GENETIC VARIABILITY OF BLUE-GRASS
VARIETIES (*Poa pratensis* L.)**

E.Yu. Krivopusk, Junior Researcher
Yu.M. Mavlyutov, Candidate of Biological Sciences

Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology
141055, Russia, Moscow region, Lobnya, Nauchnyi gorodok str., k. 1
ekaterinakrivopusk@gmail.com

Проведен анализ по оценке межсортового генетического полиморфизма мятлика лугового (*Poa pratensis* L.) на основе ПЦР-технологии с использованием девяти SCoT-маркеров. Определены информативные праймеры для дифференциации сортов, рассчитаны показатели оценки генетического разнообразия: индексы Шеннона и Нея, эффективное число аллелей, показатель информационного содержания праймеров (PIC — polymorphism information content). С помощью дендрограммы филогенетических отношений, построенной методом Neighbor-Joining, и анализа главных координат (PCoA — principal coordinates analysis) проведена оценка генетической структуры изучаемой коллекции. В результате исследований составлены молекулярные формулы, которые могут быть использованы в качестве индивидуальной характеристики оригинальности сорта и для его ДНК-паспортизации.

Ключевые слова: мятлик луговой, генетическое разнообразие, кластерный анализ, межсортовой ДНК-полиморфизм, SCoT-маркеры, дендрограмма генетического сходства.

The analysis was conducted to assess the inter-varietal genetic polymorphism of *Poa pratensis* based on PCR technology using nine SCoT markers. The informative primers for variety differentiation have been identified; parameters of genetic diversity were estimated: Shannon's index, Nei's genetic diversity index, effective number of alleles and the indicator of the information content of primers (PIC — polymorphism information content). Genetic structure of the analyzed collection was evaluated using the Neighbor-Joining dendrogram and PCoA-analysis. As a result of the research, molecular formulas were developed that can be used as the individual characteristic of the variety originality and for DNA certification.

Keywords: blue-grass (*Poa pratensis* L.), genetic diversity, cluster analysis, inter-varietal DNA polymorphism, SCoT markers, dendrogram of the genetic relationship.

Введение. Семейство *Poaceae*, или мятликовые, является одним из крупнейших среди однодольных растений и важных для хозяйственного использования. Оно включает в себя около 12 тысяч видов, которые распространены по всему миру. Свое название злаки получили от одного из наиболее распространенных родов — мятлика (*Poa*). Этот род объединяет 575 видов многолетних и реже — однолетних травянистых растений [1].

В кормопроизводстве широко используется мятлик луговой (*Poa pratensis* L.). Эта культура относится к группе низовых корневищно-рыхлокустовых злаков, которые являются обязательным компонентом пастбищной травосмеси. Благодаря густой корневой системе, растения способны формировать плотный травостой с хорошей дерниной и выдерживать вытаптывание [2]. Мятлик луговой отличается высокой зимостойкостью, легко переносит заморозки даже во время вегетационного периода; обладает повышенной энергетической и протеиновой питательностью: кормовая масса содержит до 15% сырого протеина в пересчете на сухое вещество. Отмечается, что мятлик луговой лучше поедается всеми видами скота в травосмесях, чем в чистых посевах [3; 4]. На текущий момент в Государственном реестре РФ зарегистрировано большое количество сортов мятлика лугового газонного назначения, но нет сведений об эффективности их использования для скармливания скоту [5].

В отечественной литературе практически не встречается информация о молекулярно-генетическом анализе культуры мятлика лугового, что осложняет

селекционную работу по созданию новых сортов с улучшенными хозяйственно ценными признаками. Среди многочисленных техник ДНК-маркирования, используемых в последние десятилетия для ускорения и повышения интенсивности селекционного процесса, хорошие результаты в работе с кормовыми культурами показала система, основанная на применении SCoT-маркеров (*Start Codon Targeted Polymorphism*) [6–8].

Цель данного исследования заключалась в изучении генетического разнообразия мятлика лугового с помощью SCoT-маркеров для использования полученных данных в селекции, семеноводстве, государственной системе регистрации новых селекционных достижений.

Материалы и методы. Объектом исследования служили семена 13 сортов мятлика лугового, предоставленные Всероссийским институтом генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР) и Центром коллективного пользования (ЦКП) «Биологические коллекции кормовых растений» ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» (табл. 1).

Проращивание семян осуществляли на фильтровальной бумаге в чашках Петри при естественном освещении. На седьмые и 21-е сутки проводили учет всхожести семян согласно ГОСТ 12038-84 [9].

Из «балк-образцов» (суммарная навеска части растительной ткани 30 проростков на сорт) выделяли ДНК модифицированным SDS-методом [10]. Измерение концентрации и чистоты препаратов ДНК осуществляли на спектрофотометре UV-vis Nabi («MicroDigital Co., Ltd.», Корея).

1. Исследуемые образцы мятлика лугового

Сорт	Номер в коллекции	Год репродукции	Источник
Barzan	к-40925	2011	Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР)
Balin	к-4323	2010	
Охтинский	к-46412	2019	
Glade	к-45103	2012	
Белогорский 76	к-44310	2021	
Birrita	к-54238	2020	
Эвора	к-52283	2018	
Yulia	к-48978	2018	
Ковровый	к-51304	2015	
Ligute	к-49069	2022	
Blue Chip	363	2008	
Тамбовец	159	2008	
Дар	256	2021	

Для анализа мятлика лугового использовали девять SCoT-маркеров (табл. 2), из которых отбирали информативные, позволяющие обнаружить полиморфизм при высокой воспроизводимости результатов.

2. Характеристика SCoT-маркеров для анализа образцов мятлика лугового [11]

Название маркера	Последовательность нуклеотидов (5'-3')
SCoT 06	CAACAATGGCTACCACGC
SCoT 07	CAACAATGGCTACCACGG
SCoT 13	ACGACATGGCGACCATCG
SCoT 15	ACGACATGGCGACCGCGA
SCoT 17	ACCATGGCTACCACCGAG
SCoT 20	ACCATGGCTACCACCGCG
SCoT 23	CACCATGGCTACCACCGAG
SCoT 32	CCATGGCTACCACCGCAC
SCoT 35	CATGGCTACCACCGGCC

Общий объем ПЦР-смеси для анализа составлял 20 мкл и содержал 2 мкл 10x Taq Turbo buffer, 0,4 мкл 50x dNTP mix, 0,2 мкл Taq-ДНК полимеразы, 1 мкл праймера, 1 мкл ДНК (концентрацией 30 нг/мкл) и 15,4 мкл деионизированной воды. ПЦР осуществлялась на приборе «Bio-Rad T100, USA». Режим амплификации был следующий: 3 мин — 94 °C; далее 35 циклов: 1 мин — 94 °C, 1 мин — 50 °C, 1 мин — 72 °C и 5 мин — 72 °C [11].

Полученные ПЦР-продукты разделяли в 1,6%-ном агарозном геле при 90 V в течение двух часов, а затем с помощью программного обеспечения Image Lab version 6.0.1 («Bio-Rad», США) определяли их размеры в сравнении с маркером молекулярного веса (Step 100 Long, «Biolabmix», Россия).

Для статистической обработки данных использовались программы POPGENE version 1.3.2, DARwin version 6.0.21 и надстройка MS Excel «GenAlex» [12; 13].

Результаты и обсуждение. Метод SCoT-анализа основан на использовании одиночного 18-нуклеотидного праймера, нацеленного на консервативную область, фланкирующую стартовый кодон ATG на обеих цепях ДНК растений (рис. 1).

Эта техника маркирования отличается высокой воспроизводимостью, благодаря использованию длинных праймеров с повышенным содержанием гуанина и цитозина (50–72%), имеющих высокую температуру отжига (~50 °C) [11]. Продукты ПЦР, полученные в результате анализа, легко визуализируются с помощью стандартного электрофореза в агарозном геле. SCoT-маркеры, как правило, доминантны, однако, в исключительных случаях могут быть кодоминантными вследствие мутаций, связанных с инсерциями и делециями [11]. Метод достаточно простой, эффективный и экономичный; применяется для исследований по изучению генетического разнообразия, в филогенетике, для идентификации видов и сортов растений и т.д. [14].

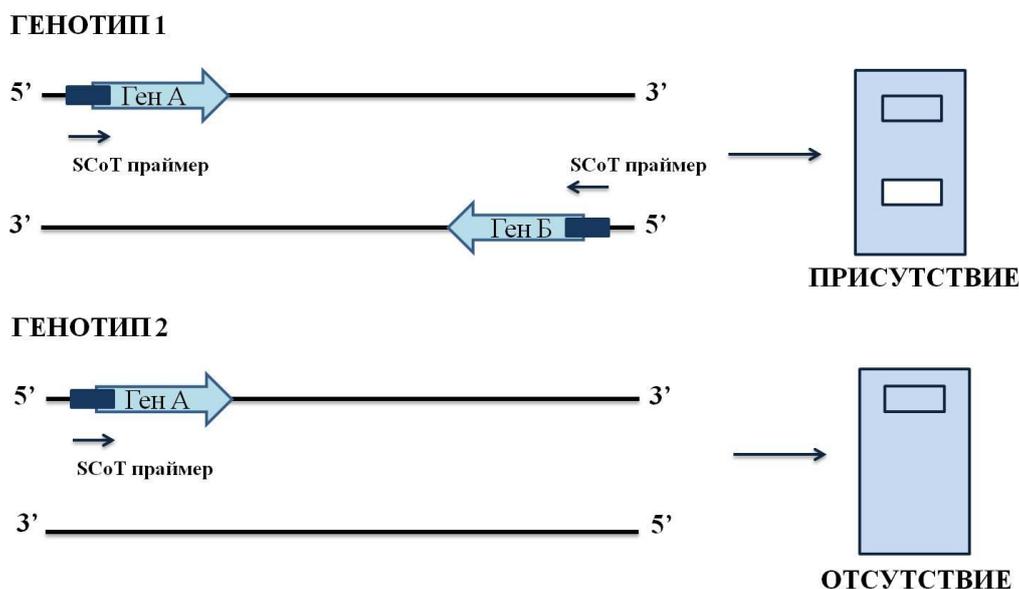


Рис. 1. Принцип ПЦР-амплификации с применением SCoT-маркеров [11]

Первоначальным этапом молекулярно-генетических исследований любого объекта является подготовка образцов ДНК для анализа. В процессе проращивания семян мятлика лугового выявлены

некоторые особенности культуры, в частности, длительный период прорастания: по разным сортам он колебался в диапазоне от 15 до 21 дня. Показатели энергии прорастания и всхожести соста-

вили в среднем 31 и 50% соответственно.

Для выделения ДНК формировали образец от каждого сорта, включающий 30 рандомно отобранных проростков. В результате применения SDS-метода с внесением ряда модификаций получили препараты геномной ДНК с удовлетворительным выходом и качеством для использования в ПЦР-анализе. Средняя концентрация образцов составила 68,3 нг/мкл, средние значения оптической плотности при соотношении длин волн 260 и 280 нм, а также 260 и 230 нм равнялись 1,950 и 1,706 соответственно. В реакционной ПЦР-смеси использовали образцы ДНК с концентрацией, доведенной до единого значения — 30 нг/мкл.

В предварительном анализе по выявлению полиморфизма ДНК мятлика лугового были определены информативные маркеры: SCoT 07, SCoT 13, SCoT 17, SCoT 23, SCoT 35. По результатам генотипирования с ними получено 246 ампликонов размером от 410 до 2885 п.н. (пар нуклеотидов), из них 62 — полиморфные (25%). У трех образцов выявлены четыре уникальных продукта ПЦР размером 1946 п.н. и 2621 п.н. (Barzan: SCoT 07, SCoT 13), 1629 п.н. (Дар: SCoT 13), 2069 п.н. (Тамбовец: SCoT 13).

На основании данных бинарных матриц рассчитали показатели генетической изменчивости в изучаемой коллекции мятлика лугового и построили дендрограмму сходства методом Neighbor-Joining (NJ) (табл. 3, рис. 2).

3. Показатели генетической изменчивости сортов мятлика лугового по результатам анализа с использованием SCoT-маркеров

Маркер	Размер продукта, п.н.	Эффективное число аллелей (Ne)	Индекс разнообразия по Нею (He)	Индекс Шеннона (I)	PIС (<i>polymorphism information content</i>)
SCoT 07	911–2408	1,39	0,26	0,42	0,810
SCoT 13	1112–2621	1,42	0,27	0,42	0,742
SCoT 17	1164–1693	1,18	0,12	0,20	0,747
SCoT 23	920–2885	1,40	0,24	0,37	0,842
SCoT 35	410–1534	1,59	0,34	0,51	0,878
Среднее	—	1,40	0,25	0,38	0,804

Эффективное число аллелей в среднем составило 1,40 и колебалось от 1,18 (SCoT 17) до 1,59 (SCoT 35).

Индекс разнообразия Нея составил в среднем 0,25 и имел разброс от 0,12 (SCoT 17) до 0,34 (SCoT 35). Среднее значение индекса Шеннона равнялось 0,38 (наименьшее у SCoT 17 — 0,20, наибольшее у SCoT 35 — 0,51).

Значения этих трех показателей не являются высокими, что свидетельствует об умеренном уровне ДНК-полиморфизма.

Среднее значение меры информационного полиморфизма (PIС) составило 0,804. Это позволяет считать используемые маркеры достаточно информативными.

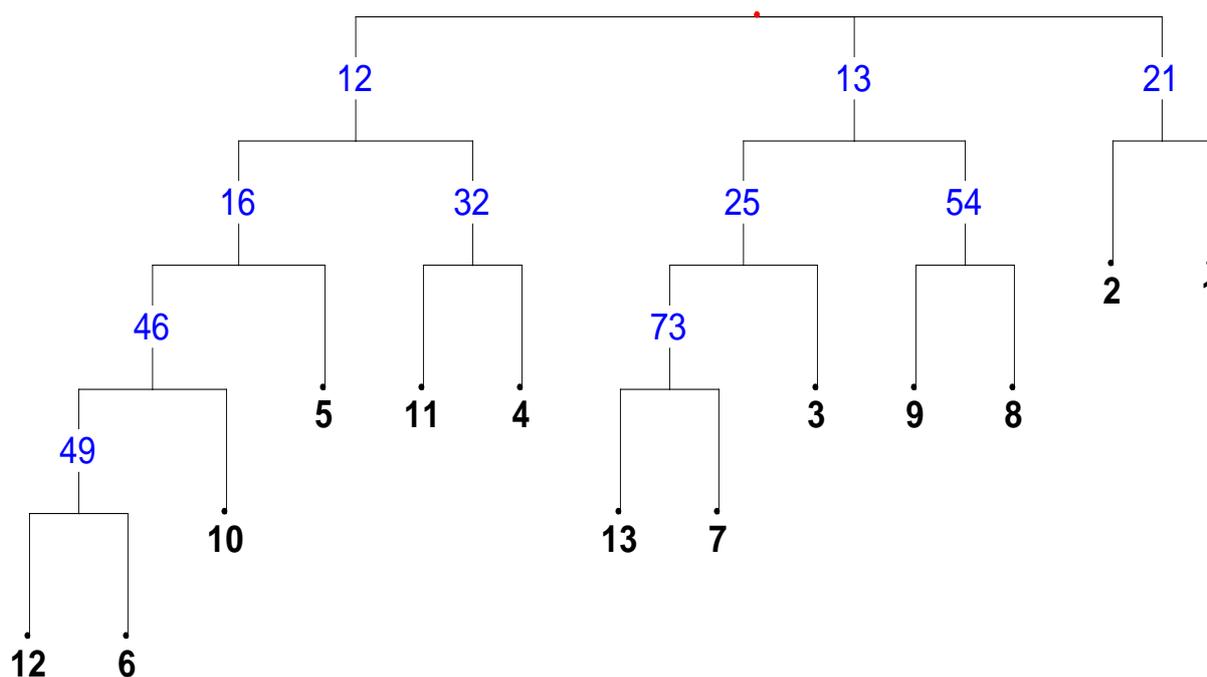


Рис. 2. Дендрограмма филогенетических отношений между анализируемыми сортами мятлика лугового:
 1 – Barzan, 2 – Охтинский, 3 – Дар, 4 – Birnita, 5 – Ковровый, 6 – Blue Chip, 7 – Glade, 8 – Тамбовец, 9 – Эвора, 10 – Белогорский 76, 11 – Yulia, 12 – Ligute, 13 – Balin

На дендрограмме наблюдается группировка сортов по трем кластерам.

В первой подгруппе первого кластера расположились сорта Blue Chip, Ligute, Белогорский 76 (бутстреп-поддержка 46%) и сорт Ковровый. Во второй подгруппе — сорта Birnita и Yulia (бутстреп-поддержка 32%).

В первую подгруппу второго кластера вошли сорта Balin и Glade (бутстреп-поддержка 73%) и сорт Дар. Во второй подгруппе объединились сорта Тамбовец и Эвора (бутстреп-поддержка 54%).

В третьем кластере находятся сорта Охтинский и Barzan.

Для визуальной оценки генетических взаимосвязей в анализируемой коллекции провели РСoA-анализ, который вы-

явил определенные закономерности в небольших подгруппах (рис. 3).

Так, например, наблюдалось близкое генетическое сходство между сортами Blue Chip, Ligute и Белогорский 76; Охтинский и Barzan; Тамбовец и Эвора. На незначительном удалении друг от друга располагались сорта Birnita, Ковровый и Yulia из первого кластера; Balin, Дар и Glade — из второго кластера.

Полученные данные по аллельному разнообразию использовали для составления молекулярно-генетических формул сортов мятлика лугового (табл. 4). В них буквы латинского алфавита обозначают код маркера, а нижний индекс соответствует размеру выявленного аллеля в парах нуклеотидов.

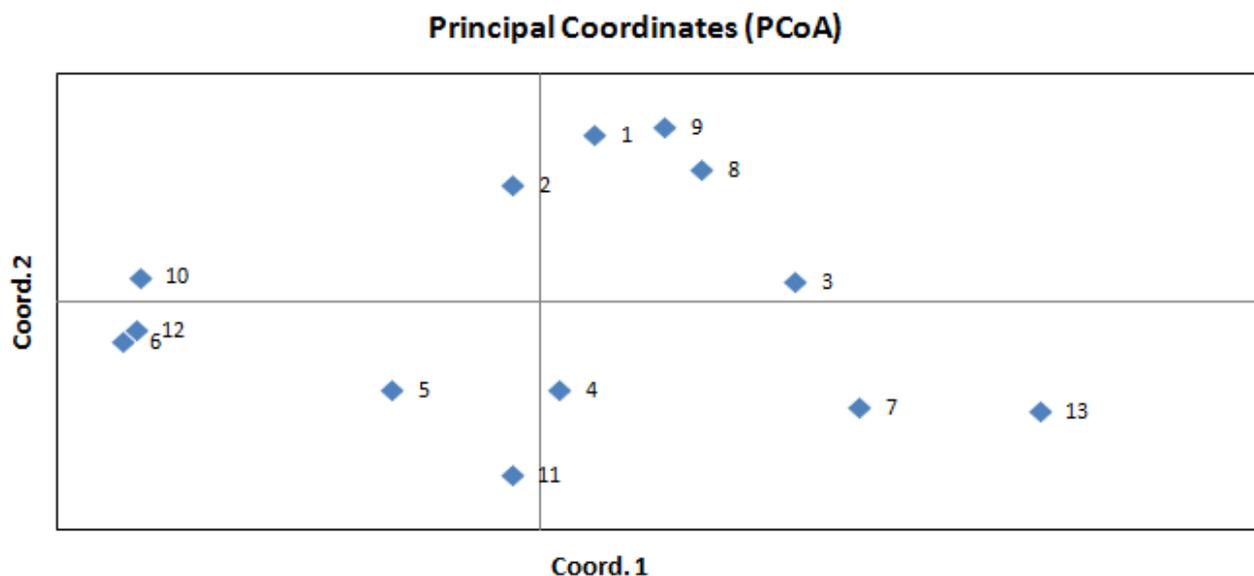


Рис. 3. PCoA анализ сортов мятлика лугового:
 1 – Barzan, 2 – Охтинский, 3 – Дар, 4 – Birnita, 5 – Ковровый, 6 – Blue Chip, 7 – Glade,
 8 – Тамбовец, 9 – Эвора, 10 – Белогорский 76, 11 – Yulia, 12 – Ligute, 13 – Balin

4. Молекулярно-генетические формулы образцов мятлика лугового, составленные по результатам анализа с использованием SCoT-маркеров

Название сорта	Молекулярно-генетическая формула
Barzan	A _{1919,1946} B _{1226,1299,2621} C _{1164,1467,1546} D _{1161,1794,1870,2031,2242,2648} E _{585,670,846,1081}
Охтинский	A _{1089,1919} B _{1226,1612,2417,1299} C _{1164,1467,1546,1693} D _{920,1599,1794,1870,2031,2242,2648} E _{545,585,846,1255}
Дар	A ₁₆₂₉ B _{1112,1299} C _{1164,1467,1546,1693} D _{1794,1870,2031} E _{545,585,846,1081,1534}
Birnita	A _{1089,1461,1842} B ₁₂₉₉ C _{1164,1467,1546,1693} D _{1794,1870,2031,2648} E _{585,846,941,1081,1255}
Ковровый	A _{911,1089,1919} B _{1226,1299} C _{1164,1467,1546,1693} D _{1161,1794,1870,2031,2648} E _{545,585,941,978,1081,1255}
Blue Chip	A _{1089,1254,1919} B _{1540,2417,1299} C _{1164,1467,1546,1693} D _{1794,1870,2031,2648} E _{410,545,585,978,1081,1255}
Glade	A _{911,1089,1919} B _{1112,1612,1299} C _{1164,1467,1546,1693} D _{1599,1764,1870,2031,2648,2885} E _{545,585,941,1081}
Тамбовец	A _{1919,2069} B ₁₂₉₉ C _{1164,1467,1546,1693} D _{920,1599,1794,1870,2031,2648} E _{545,585,846,978,1081,1451}
Эвора	A _{1254,1461,1919,2408} B ₁₂₉₉ C _{1164,1467,1546,1693} D _{1599,1794,1870,2031,2242} E _{545,585,846,978,1081,1451}
Белогорский 76	A _{1089,1254,1461,1919,2408} B _{2417,1299} C _{1164,1467,1546,1693} D _{1161,1794,1870,2031,2648} E _{545,585,978,1081,1255}
Yulia	A _{1842,1919} B _{1540,1299} C _{1467,1546,1693} D _{1794,1870,2031} E _{585,941,978,1081,1255,1534}
Ligute	A _{1089,1919} B _{1540,2417,1299} C _{1467,1546,1693} D _{1161,1794,1870,2031,2648} E _{410,545,585,670,846,978,1081,1255}
Balin	A _{911,1089,1919} B _{1112,1299} C _{1467,1546,1693} D _{1599,1794,1870,2031,2885} E _{585,846,941,1081,1451}

Примечание. SCoT 07 — A; SCoT 13 — B; SCoT 17 — C; SCoT 23 — D; SCoT 35 — E.

Красным цветом выделены уникальные для сорта аллели.

Закключение. Результаты исследования свидетельствуют об эффективности применения системы SCoT-маркирования для оценки генетического разнообразия

разия мятлика лугового. Для анализируемых образцов определены информативные маркеры, позволяющие выявлять полиморфизм ДНК на межсортовом уровне: SCoT 07, SCoT 13, SCoT 17, SCoT 23, SCoT 35. Составлены индивидуальные молекулярно-генетические формулы, как основа для разработки ДНК-паспортов. Учитывая, что на отече-

ственных сортах мятлика лугового подобные исследования проведены впервые, полученная информация, несомненно, будет полезна при оценке сортовой чистоты в семеноводстве, при сохранении биоресурсных коллекций и при выборе материала для селекции этого ценного кормового и газонного вида злаковых трав.

Литература

1. Глазунов В.А. Мятликовые // Большая российская энциклопедия: научно-образовательный портал [Электронный ресурс]. URL: <https://bigenc.ru/c/zlaki-809ee4/?v=9176688> (дата публикации: 04.12.2023).
2. Князева Т.В., Ульянов В.С. Луговое кормопроизводство : методические рекомендации. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – 78 с.
3. Лукиных Г.Л., Луганская С.Н. Морфобиологическая характеристика многолетних злаковых трав, используемых для создания газонов в условиях Среднего Урала : метод. пособие для студентов очной и заочной форм обучения. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2010. – 36 с.
4. Принципы организации территории кормовых угодий : учеб.-метод. пособие / А.С. Голубь [и др.]. – Ставрополь : СтГАУ, 2020 с. – 103.
5. Кутузова А.А. Лекции послевузовского образования по специальности 06.01.06 – луговое хозяйство, лекарственные и эфирно-масличные культуры. – М. : Угрешская типография, 2013. – 115 с.
6. Mavlyutov Yu.M., Kostenko, S.I., Shamustakimova A.O., Klimenko I.A. Genetic variability analysis of Russian cultivars of ryegrass (*Lolium*) based on SCoT markers. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 2022, vol. 20, no. 1, p. 163.
7. Мавлютов Ю.М., Вертикова Е.А., Шамустакимова А.О., Клименко И.А. Изучение генетической структуры коллекции сортов райграса (*Lolium*) с использованием SSR- и SCoT-маркеров // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2023. – Т. 184, №3. – С. 146–160.
8. Tabaripour R., Keshavarzi M. Interspecific Molecular Variation of *Lolium* L. Based on ISSR, SCoT and ITS. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions A: Science*, 2021, vol. 45, pp. 1263–1272.
9. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. – М. : Стандартинформ, 2011. – 31 с.
10. Эффективный способ выделения ДНК для ПЦР-анализа из «балк-образцов» проростков / И.А. Клименко, А.А. Антонов, В.А. Душкин, А.О. Шамустакимова, Ю.М. Мавлютов // Адаптивное кормопроизводство. – 2021. – № 3. – С. 29–48. URL: <http://www.adaptagro.ru>.
11. Collard B.C.Y., Mackill D.J. Start Codon Targeted (SCoT) Polymorphism: A Simple, Novel DNA Marker Technique for Generating Gene-Targeted Markers in Plants. *Plant Molecular Biology Reporter*, 2009, vol. 27, pp. 86–93.
12. Yeh F.C. POPGENE (version 1.3.1): Microsoft window-based freeware for population genetic analysis [Electronic resource]. Available at: <http://www.ualberta.ca/~fyeh/>. – 1999.
13. DARwin (version 6): Dissimilarity Analysis Representation for windows [Electronic resource]. Available at <https://darwin.cirad.fr/>. – 2014.
14. Rai M.K. Start codon targeted (SCoT) polymorphism marker in plant genome analysis: current status and prospects. *Planta*, 2023, vol. 257, no. 2, p. 34.

References

1. Glazunov V.A. Myatlikovye [Bluegrass]. *Bol'shaya rossiyskaya entsiklopediya: nauchno-obrazovatel'nyy portal* [The Great Russian Encyclopedia: a scientific and educational portal]. URL: <https://bigenc.ru/c/zlaki-809ee4/?v=9176688>. (data of publication: 04.12.2023).
2. Knyazeva T.V., Ulyanov V.S. Lugovoe kormoproizvodstvo: metodicheskiye rekomendatsii [Meadow fodder production: methodological recommendations]. Krasnodar, KubSAU Publ., 2017, 78 p.
3. Lukinykh G.L., Luganskaya S.N. Morfobiologicheskaya kharakteristika mnogoletnikh zlakovykh trav, ispol'zuemykh dlya sozdaniya gazonov v usloviyakh Srednego Urala [Morphobiological characteristics of perennial grasses used to create lawns in the conditions of the Middle Urals]. Ekaterinburg, 2010, 36 p.
4. Golub A.S. et al. Printsipy organizatsii territorii kormovykh ugodiy [Principles of organization of the territory of forage lands]. Stavropol, 2020, p. 103.
5. Kutuzova A.A. Lektsii poslevuzovskogo obrazovaniya [Lectures of postgraduate education]. Moscow, Ugreshskaya tipografiya Publ., 2013, 115 p.
6. Mavlyutov Yu.M., Kostenko, S.I., Shamustakimova A.O., Klimenko I.A. Genetic variability analysis of Russian cultivars of ryegrass (*Lolium*) based on SCoT markers. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 2022, vol. 20, no. 1, p. 163.
7. Mavlyutov Yu.M., Vertikova E.A., Shamustakimova A.O., Klimenko I.A. Izuchenie geneticheskoy struktury kolleksii sortov raygrasa (*Lolium*) s ispol'zovaniem SSR- i SCoT-markeroov [Genetic structure of the collection of ryegrass (*Lolium*) cultivars: a study based on SSR and SCoT markers]. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*. 2023, vol. 184, no. 3, pp. 146–160.
8. Tabaripour, R., Keshavarzi, M. Interspecific Molecular Variation of *Lolium* L. Based on ISSR, SCoT and ITS. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions A: Science*, 2021, vol. 45, pp. 1263–1272.
9. GOST 12038-84. Semena sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. Metody opredeleniya vskhozhesti [Seeds of agricultural crops. Methods for determining germination]. Moscow, Standartinform Publ., 2011, 31 p.
10. Klimenko I.A., Antonov A.A., Dushkin V.A., Shamustakimova A.O., Mavlyutov Yu.M. Effektivnyy sposob vydeleniya DNK dlya PCR-analiza iz «balk-obraztsov» prorstkov [Efficient method of DNA isolation from bulking samples of seedlings]. *Adaptivnoe kormoproizvodstvo* [Adaptive fodder production], 2021, no. 3, pp. 29–48.
11. Collard B.C.Y., Mackill, D.J. Start Codon Targeted (SCoT) Polymorphism: A Simple, Novel DNA Marker Technique for Generating Gene-Targeted Markers in Plants. *Plant Molecular Biology Reporter*, 2009, vol. 27, pp. 86–93.
12. Yeh F.C. POPGENE (version 1.3.1): Microsoft window-based freeware for population genetic analysis [Electronic resource]. Available at: <http://www.ualberta.ca/~fyeh/>. – 1999.
13. DARwin (version 6): Dissimilarity Analysis Representation for windows [Electronic resource]. Available at <https://darwin.cirad.fr/> – 2014.
14. Rai M.K. Start codon targeted (SCoT) polymorphism marker in plant genome analysis: current status and prospects. *Planta*, 2023, vol. 257, no. 2, p. 34.

УДК 631.8

DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2024-4-27-35

НОВЫЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕПАРАТЫ ДЛЯ ЛЮЦЕРНЫ*

А.А. Гребенников, научный сотрудник
С.И. Костенко, кандидат сельскохозяйственных наук
В.И. Чернявских, доктор сельскохозяйственных наук
Е.В. Думачева, доктор биологических наук
П.В. Максимова, младший научный сотрудник
А.В. Гаар, научный сотрудник
А.В. Акимов, младший научный сотрудник

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

NEW MICROBIOLOGICAL PREPARATIONS FOR ALFALFA

A.A. Grebennikov, Researcher
S.I. Kostenko, Candidate of Agricultural Sciences
V.I. Chernyavskikh, Doctor of Agricultural Sciences
E.V. Dumacheva, Doctor of Biological Sciences
P.V. Maksimova, Junior Researcher
A.V. Gaar, Researcher
A.V. Akimov, Junior Researcher

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

Проведены сравнительные испытания эффективности применения различных биопрепаратов на основе консорциумов микроорганизмов и грибных культур в полевых условиях и дана оценка их эффективности. Использовали препараты «Кормилица микориза» (Россия), МикоКроп® (Германия), «Биогор» (Россия). Показана эффективность обработки семян биопрепаратами. Растения люцерны изменчивой сорта Алексеевская 1, семена которых были обработаны препаратом «Биогор», имели дружные выровненные всходы, образовали лучше развитую корневую систему, что в дальнейшем выразилось в улучшении элементов структуры семенной и кормовой продуктивности, а также в достоверной прибавке урожая. Результаты дисперсионного анализа показали, что разница между вариантами обработки достоверна, и обработка консорциумом микроорганизмов и грибных культур «Биогор» оказывает положительное действие на урожайность зеленой массы, сухого ве-

*Работа выполнена при поддержке проекта N 075-15-2021-541 (внутренний номер 09.ССЦ.21.0008) по теме: Реализация направлений, соответствующих программе создания и развития «Центра по кормовым культурам для создания и внедрения в агропромышленный комплекс современных технологий на основе собственных разработок Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса» (ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса»).

щества (СВ) и семян. Использование препарата серии «Биогор», содержащего консорциум полезных микроорганизмов, перспективно на люцерне: количество продуктивных стеблей увеличивается на 14,4%, количество соплодий — на 73,3%, количество бобов в соплодии — на 66,7%, масса 1000 семян — на 5,5%, урожайность СВ за два укоса — на 55,2%, урожайность семян люцерны — на 52,6%.

Ключевые слова: урожайность, люцерна изменчивая, микробиологическое удобрение, технология использования.

Comparative tests of the efficiency of using various biopreparations based on consortia of microorganisms and fungal cultures in field conditions were conducted and their efficiency was assessed. The following preparations were used: "Kormilitsa Mycorrhiza" (Russia), MikoKrop® (Germany), "Biogor" (Russia). The efficiency of seed treatment with biopreparations was demonstrated. Plants of the Alekseevskaya 1 alfalfa variety, the seeds of which were treated with the "Biogor" preparation, had friendly aligned shoots, formed a better developed root system, which subsequently resulted in an improvement in the elements of the structure of seed and fodder productivity, as well as a reliable increase in yield. The results of the dispersion analysis showed that the difference between the treatment options is reliable, and the treatment with the consortium of microorganisms and fungal cultures "Biogor" has a positive effect on the yield of green mass, dry matter and seeds. The use of the preparation of the "Biogor" series, containing a consortium of beneficial microorganisms, is promising for alfalfa: the number of productive stems increases by 14.4%, the number of fruitlets — by 73.3%, the number of beans in a fruitlet — by 66.7%, the weight of 1000 seeds — by 5.5%, the yield of dry matter in two cuts — by 55.2%, the yield of alfalfa seeds — by 52.6%.

Keywords: yield, variable alfalfa, microbiological fertilizer, technology of use.

Введение. Биологизация земледелия и развитие системы органического сельского хозяйства, на которое нацелено в настоящее время мировое сообщество, предусматривает создание страховочных механизмов, которые позволят защитить и растения, и почву в случае усиления антропогенной нагрузки [1; 2].

Важным направлением является биологическая рекультивация с использованием высокоэффективных культур микроорганизмов-антагонистов почвенных фитопатогенов, повышающих супрессивность почв. Предыдущими исследованиями коллектива авторов были разработаны теоретические положения и практические рекомендации по повышению плодородия эродированных почв, поддержанию их продуктивности при освоении почвозащитных, биологической и рекультивационной систем ланд-

шафтного земледелия, в том числе с использованием микробиологических препаратов [3; 4].

Потенциал растительно-микробного взаимодействия в агроценозах активно изучается учеными России и зарубежных стран [5; 6].

Доказана эффективность микоризо-содержащих препаратов на различных культурах.

В частности, показано, что в симбиозе с микоризными грибами повышается устойчивость люцерны к неблагоприятным почвенно-климатическим условиям, а также ее продуктивность, улучшаются физические показатели качества семян. Использование бактериально-микоризных комплексов позволяет повысить эффективность функционирования растительно-микробных симбиозов и ассоциаций, культуру земледелия и снизить

пестицидную нагрузку на окружающую среду [7].

В научно-исследовательской лаборатории НТЦ «БИО» после ряда экспериментов была отработана технология получения мицелия на зерно-перлитном питательном субстрате, который обеспечивает лучший рост мицелия при хорошей технологичности этой смеси в ферментальном процессе, на специальных микробиологических составах. Была показана эффективность препарата при возделывании ряда сельскохозяйственных культур [8; 9]. Однако влияние препарата «Биогор» на бобовые травы ранее не изучалось.

Цель работы — провести оценку влияния различных биопрепаратов на основе эффективных микробиологических композиций и микоризных грибов на продуктивность люцерны изменчивой.

Материалы и методы. В 2023–2024 гг. проведены полевые опыты по возделыванию люцерны изменчивой сорта Алексеевская 1 с использованием новых микробиологических препаратов. Исследования проводили на первом году жизни растений в двух закладках опыта в полевом стационаре.

Методологической и теоретической основой научно-исследовательского проекта выступают положения следующих подходов и концепций: методологические подходы, разработанные в процессе исследований по повышению продуктивности эродированных почв; методики микробиологических исследований; методы статистической обработки и дисперсионного анализа [10; 11].

Повторность опыта четырехкратная. Площадь учетной делянки — 2,0 м². Делянки двухрядные.

Для обработки семян люцерны использовали четыре препарата:

1-й вариант — контроль, без обработки;

2-й вариант — препарат «Кормилица микориза» (Россия, ООО НВП «БашИнком», который содержит мицелий и формы гриба рода *Glomus*, колонизированные фрагменты корней, торф);

3-й вариант — препарат МикоКроп® (Германия, содержит грибы *Glomus proliferum*, *G. intraradices*, *G. etunicatum*, *G. mosseae*, носитель — гранулы глины;

4-й вариант — препарат «Биогор» (Россия, НТЦ «БИО», содержит микоризу и комплекс эффективных микроорганизмов).

Обработка семян (инокуляция) препаратами в вариантах 2 и 3 проводилась в соответствии с рекомендациями, изложенными в инструкциях по их применению. Обработка препаратом серии «Биогор» проводилась в процессе сева: через отдельные банки в сеялке, путем предварительного смешения семян с инокулянтom при загрузке сеялки.

Для оценки структуры урожая отобраны образцы с пробных площадок площадью 1 м² в четырехкратной повторности на каждой делянке во всех повторениях опыта.

Оценивали: количество продуктивных стеблей (шт./м²); количество соплодий на одном стебле (шт./1 стебель); количество бобов в соплодии (шт./1 соплодие); урожайность сухого вещества в среднем за два укоса (г/м²); урожайность семян (г/м²).

Уборку урожая проводили поделочно вручную.

Результаты и обсуждение. Препарат серии «Биогор», сочетающий в одном

продукте микоризные грибы и бактерии, показал свою высокую эффективность на люцерне первого года жизни на этапе формирования всходов. Растения, семена которых были обработаны препаратом серии «Биогор», имели дружные выровненные всходы, образовали лучше раз-

витую корневую систему, что в дальнейшем выразилось в достоверной прибавке урожая.

В таблице 1 приведены результаты оценки элементов продуктивности и урожайность люцерны в зависимости от использования биопрепаратов.

1. Формирование элементов продуктивности и урожайность люцерны в зависимости от использования биопрепаратов

Вариант опыта	Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	Количество соплодий на одном стебле, шт.	Количество бобов в соплодии, шт.	Масса 1000 семян, г	Урожайность СВ в среднем за 2 укоса, г/м ²	Урожайность семян, г/м ²
1-й – контроль	44,3	7,1	6,3	2,01	261,5	17,3
2-й – «Кормилица микориза»	45,2	11,6	8,3	2,03	304,7	18,6
3-й – МикоКроп®	48,6	10,9	9,2	2,08	318,3	21,2
4-й – «Биогор»	50,7	12,3	10,5	2,12	405,8	26,4
НСР ₀₅	4,2	1,4	1,4	0,03	56,9	4,2

В среднем наблюдалась тенденция увеличения числа продуктивных стеблей под действием обработки различными биопрепаратами. Однако препарат «Кормилица микориза» не оказал достоверного влияния на формирование числа продуктивных стеблей, в то время как под действием препаратов МикоКроп® и «Биогор» количество продуктивных стеблей достоверно увеличилось на 4,3–6,4 шт./м², или на 9,7–14,4 %.

Количество соплодий на одном стебле под действием обработки различными биопрепаратами увеличилось на 3,8–5,2 шт./стебель (53,5–73,3%). Максимальным показателем был в варианте с обработкой семян препаратом «Биогор».

Под действием обработки биопрепаратами наблюдалось существенное увеличение количества бобов в одном соплодии — на 2,0–4,2 шт. (31,7–66,7%).

Показатель массы 1000 семян является одним из ключевых и генетически обусловленных в формировании величины конечного урожая сельскохозяйственных растений. В среднем по опыту наблюдалась тенденция достоверного увеличения массы 1000 семян под действием обработки различными биопрепаратами только в вариантах 3 и 4 — на 3,5 и 5,5% соответственно. Максимальным показателем был в варианте с предпосевной обработкой семян препаратом «Биогор».

Урожайность СВ у люцерны в среднем за два укоса имела тенденцию к увеличению во всех вариантах опыта. Однако вариантах 2 и 3 разница была незначительной: опытные варианты превысили контроль на 43,2–56,8 г/м². В 4-ом варианте разница между опытным и контрольным вариантами была существенной — 144,3 г/м² (55,2%).

Аналогичная тенденция установлена и по влиянию биопрепаратов на урожайность семян люцерны. Во 2-ом и 3-ем вариантах существенной разницы с контролем не установлено, в то время как в

4-ом варианте урожайность семян возросла на 9,1 г/м² (52,6%).

В полной мере оценить результаты, полученные в процессе проведения исследований, позволяет использование метода дисперсионного анализа. Этот подход выявляет долю влияния различных факторов на формирование результативных признаков, отвечающих за продуктивность растений люцерны.

Результаты дисперсионного анализа количества продуктивных стеблей люцерны в зависимости от использования биопрепаратов приведены в таблице 2.

2. Результаты дисперсионного анализа количества продуктивных стеблей люцерны в зависимости от использования биопрепаратов

Источник вариации	F_f	$F_{st\ 0,05}$	h^2_x
Общее	—	—	100
Повторений	—	—	20,1
Вариантов	1,8	3,1	16,6
Случайное	—	—	63,3

Примечание: F_f — F фактическое; $F_{st\ 0,05}$ — F теоретическое; h^2_x — сила влияния на результативный признак (%).

Сила влияния факторов на результативный признак «количество продуктивных стеблей» изменяется в ряду: число повторений → число вариантов → случайные факторы.

Показано, что на величину количества продуктивных стеблей люцерны существенно влияют случайные факторы. Важно учитывать, что, несмотря на тенденцию увеличения количества продуктивных стеблей под влиянием обработки биопрепаратами, в опыте F фактическое меньше F теоретического. Это отвергает

нулевую гипотезу и указывает на то, что разница между вариантами недостоверна.

Результаты дисперсионного анализа признака «количество соплодий на одном стебле» в зависимости от использования исследованных микоризных консорциумов приведены в таблице 3.

Сила влияния факторов на результативный признак количества соплодий на одном стебле изменяется в ряду: число повторений → число вариантов → случайные факторы.

3. Результаты дисперсионного анализа количества соплодий люцерны на одном стебле в зависимости от использования биопрепаратов

Источник вариации	F_f	$F_{st 0,05}$	h^2_x
Общее	—	—	100
Повторений	—	—	10,6
Вариантов	3,9	3,1	32,1
Случайное	—	—	57,3

Примечание: сокращения приведены в примечании к таблице 2.

Для исследуемого показателя F фактическое больше F теоретического, что не отвергает нулевую гипотезу и указывает на то, что разница между вариантами достоверна, и обработка консорциумами микроорганизмов оказывает положительное действие на проявление при-

знака «количество соплодий на одном стебле».

Результаты дисперсионного анализа количества бобов в соплодии люцерны в зависимости от использования консорциумов исследованных микроорганизмов приведены в таблице 4.

4. Результаты дисперсионного анализа количества бобов в соплодии люцерны в зависимости от использования биопрепаратов

Источник вариации	F_f	$F_{st 0,05}$	h^2_x
Общее	—	—	100
Повторений	—	—	10,2
Вариантов	4,6	3,1	35,4
Случайное	—	—	54,4

Примечание: сокращения приведены в примечании к таблице 2.

Сила влияния факторов на результативный признак «количество бобов в соплодии» изменяется в ряду: число повторений → число вариантов → случайные факторы. Для исследуемого показателя F фактическое больше F теоретического, что не отвергает нулевую гипотезу и указывает на то, что разница между вариантами достоверна, и обработка

консорциумами микроорганизмов оказывает положительное действие на проявление признака «количество бобов в соплодии».

Результаты дисперсионного анализа урожайности СВ люцерны в среднем за два укоса в зависимости от использования различных биопрепаратов приведены в таблице 5.

5. Результаты дисперсионного анализа урожайности СВ люцерны в среднем за два укоса в зависимости от использования биопрепаратов

Источник вариации	F_f	$F_{st\ 0,05}$	h^2_x
Общее	—	—	100
Повторений	—	—	10,2
Вариантов	4,5	3,1	35,2
Случайное	—	—	54,5

Примечание: сокращения приведены в примечании к таблице 2.

Сила влияния факторов на результативный признак «урожайности СВ люцерны в среднем за два укоса» изменяется в ряду: число повторений → число вариантов → случайные факторы.

Для исследуемого показателя F фактическое больше F теоретического, что не отвергает нулевую гипотезу и указывает на то, что разница между варианта-

ми достоверна, и обработка консорциумами микроорганизмов оказывает положительное действие на проявление признака «урожайность СВ люцерны в среднем за два укоса».

Результаты дисперсионного анализа урожайности семян люцерны в среднем в зависимости от использования различных биопрепаратов приведены в таблице 6.

6. Результаты дисперсионного анализа урожайности семян люцерны в зависимости от использования биопрепаратов

Источник вариации	F_f	$F_{st\ 0,05}$	h^2_x
Общее	—	—	100
Повторений	—	—	12,9
Вариантов	6,3	3,1	41,4
Случайное	—	—	45,7

Примечание: сокращения приведены в примечании к таблице 2.

Сила влияния факторов на результативный признак «урожайность семян» изменяется в ряду: число повторений → число вариантов → случайные факторы. Для исследуемого показателя F фактическое больше F теоретического, что не отвергает нулевую гипотезу и указывает на то, что разница между вариантами достоверна, и обработка семян люцерны биопрепаратами достоверно оказывает

положительное действие на проявление признака «урожайность семян».

Заключение. Результаты дисперсионного анализа показали, что разница между вариантами обработки достоверна, и обработка биопрепаратами оказывает положительное действие на формирование элементов структуры урожая, урожайность сухого вещества и семян.

Использование препарата серии «Биогор», содержащего консорциум полезных микроорганизмов, перспективно на люцерне: количество продуктивных стеблей увеличивается на 14,4%, количество соплодий — на 73,3%, количество бобов в соплодии — на 66,7%, масса 1000 семян — на 5,5%, урожайность СВ за два укоса — на 55,2%, урожайность семян люцерны — на 52,6%.

Литература

1. Мерзлая Г.Е., Борисова В.Б. Влияние удобрений и биопрепарата на урожайность и качество люцерны серповидной // Плодородие. – 2023. – № 5(134). – С. 50–54.
2. Яковлева М.Т. Биологические препараты на основе ассоциативных бактерий при возделывании люцерны в Центральной Якутии // Кормопроизводство. – 2023. – № 1. – С. 12–15.
3. Многолетние травы для пастбищ, газонов и рекультивации: селекция и практика / В.М. Косолапов, С.И. Костенко, Е.В. Думачева, В.И. Чернявских // Кормопроизводство. – 2022. – № 10. – С. 14–17.
4. Чернявских В.И., Думачева Е.В. Эффективность совместных посевов козлятника восточного с эспарцетом песчаным на семена // Кормопроизводство. – 2019. – № 12. – С. 21–25.
5. Думачева Е.В., Чернявских В.И. Почвенно-ризосферные взаимодействия некоторых видов Fabaceae при возделывании в культуре на карбонатных почвах // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 9–2. – С. 351–355.
6. Kalin A.K., Smailova G.T., Suraganov M.N., Tagaev K.Zh. The effect of biological preparations on the yield of alfalfa seeds during their inoculation and on soil fertility. *Қорқыт Ата атындағы Қызылорда мемлекеттік университетінің*. 2023. No. 4(67). P. 92–100.
7. Cherniavskikh V.I., Dumacheva E.V., Lisetskii F.N., Tsugkueva V.B. Gagieva L.Ch. Productivity of galega (*Galega orientalis*) in single-species and binary crops with sainfoin (*Onobrychis arenaria*): a case study of forest-steppe of European Russia. *Bioscience Biotechnology Research Communications*. 2020. Vol. 13, No. 1. P. 15–22.
8. Chernyavskikh V., Dumacheva E., Lisetskii F. Invasive activity of *Galega orientalis* Lam. in the presence of deposits in the southwestern part of the Central Russian Upland. *International Journal of Environmental Studies*. 2022. Vol. 79, No. 6. P. 1089–1098. DOI: 10.1080/00207233.2021.1987047.
9. Kosolapov V.M., Cherniavskikh V.I., Dumacheva E.V., Sajfutdinova L.D., Zhuchenko A.A., Grishina Kh.V., Glinushkin A.P., Kalinichenko V.P., Akimova S.V., Semenova N.A., Perelomov L.V., Kozmenko S.V. Using Microorganismal Consortium and Bioactive Substances to Treat Seeds of Two Scots Pine Ecotypes as a Technique to Increase Re-Afforestation Efficiency on Chalk Outcrops. *Forests*. 2023. Vol. 14, No. 6. P. 1093.
10. Kukharuk N.S., Smirnova L.G., Kalugina S.V., Polschina M.A., Chernyavsky V.I. The state of gray forest soils, conditioned by microclimatic variability, in the south of the forest-steppe of the Central Russian Upland. *International Journal of Green Pharmacy*. 2017. Vol. 11, No. 3. P. 626–630.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (С основами статистической обработки результатов исследований). – М. : Книга по требованию, 2012. – 352 с.

References

1. Merzlaya G.E., Borisova V.B. Vliyaniye udobreniy i biopreparata na urozhaynost' i kachestvo lyutserny serpovidnoy [Effect of fertilizers and biopreparation on the yield and quality of sickle-shaped alfalfa]. *Plodorodiye [Fertility]*, 2023, no. 5(134), pp. 50–54.
2. Yakovleva M.T. Biologicheskiye preparaty na osnove assotsiativnykh bakteriy pri vzdelyvanii lyutserny v Tsentral'noy Yakutii [Biological preparations based on associative bacteria in the cultivation of alfalfa in Central Yakutia]. *Kormoproizvodstvo [Forage production]*, 2023, no. 1, pp. 12–15.

3. Kosolapov V.M., Kostenko S.I., Dumacheva E.V., Chernyavskikh V.I. Mnogoletniye travy dlya pastbishch, gazonov i rekul'tivatsii: selektsiya i praktika [Perennial grasses for pastures, lawns and reclamation: selection and practice]. *Kormoproizvodstvo [Forage production]*, 2022, no. 10, pp. 14–17.
4. Chernyavskikh V.I., Dumacheva E.V. Effektivnost' sovместnykh posevov kozlyatnika vostochnogo s espartsetom peschanykh na semena [Efficiency of joint sowing of eastern goat's rue with sandy sainfoin for seeds]. *Kormoproizvodstvo [Forage production]*, 2019, no. 12, pp. 21–25.
5. Dumacheva E.V., Chernyavskikh V.I. Pochvenno-rizosfernyye vzaimodeystviya nekotorykh vidov Fabaceae pri vozdeleyvanii v kul'ture na karbonatnykh pochvakh [Soil-rhizosphere interactions of some Fabaceae species during cultivation in culture on carbonate soils]. *Fundamental'nyye issledovaniya [Fundamental research]*, 2012, no. 9–2, pp. 351–355.
6. Kalin A.K., Smailova G.T., Suraganov M.N., Tagaev K.Zh. The effect of biological preparations on the yield of alfalfa seeds during their inoculation and on soil fertility. *Қорқыт Ата атындағы Қызылорда мемлекеттік университетінің. 2023. No. 4(67). P. 92–100.*
7. Chernyavskikh V.I., Dumacheva E.V., Lisetskii F.N., Tsugkueva V.B. Gagieva L.Ch. Productivity of galega (*Galega orientalis*) in single-species and binary crops with sainfoin (*Onobrychis arenaria*): a case study of forest-steppe of European Russia. *Bioscience Biotechnology Research Communications*. 2020. Vol. 13, No. 1. P. 15–22.
8. Chernyavskikh V., Dumacheva E., Lisetskii F. Invasive activity of *Galega orientalis* Lam. in the presence of deposits in the southwestern part of the Central Russian Upland. *International Journal of Environmental Studies*. 2022. Vol. 79, No. 6. P. 1089–1098. DOI: 10.1080/00207233.2021.1987047.
9. Kosolapov V.M., Chernyavskikh V.I., Dumacheva E.V., Sajfutdinova L.D., Zhuchenko A.A., Grishina Kh.V., Glinushkin A.P., Kalinichenko V.P., Akimova S.V., Semenova N.A., Perelomov L.V., Kozmenko S.V. Using Microorganismal Consortium and Bioactive Substances to Treat Seeds of Two Scots Pine Ecotypes as a Technique to Increase Re-Afforestation Efficiency on Chalk Outcrops. *Forests*. 2023. Vol. 14, No. 6. P. 1093.
10. Kukharuk N.S., Smirnova L.G., Kalugina S.V., Polschina M.A., Chernyavsky V.I. The state of gray forest soils, conditioned by microclimatic variability, in the south of the forest-steppe of the Central Russian Upland. *International Journal of Green Pharmacy*. 2017. Vol. 11, No. 3. P. 626–630.
11. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (S osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of field experiment (With the basics of statistical processing of research results)]. Moscow, Kniga po trebovaniyu Publ., 2012, 352 p.

УДК: 633.263: 631.531.95

DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2024-4-36-53

СОСТОЯНИЕ СЕМЕНОВОДСТВА И АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА АРЕАЛА ВОЗДЕЛЫВАНИЯ РАЙГРАСА ОДНОЛЕТНЕГО

В.Н. Золотарев, кандидат сельскохозяйственных наук

ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»

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

semvik@vniikormov.ru

STATE OF SEED PRODUCTION AND AGROECOLOGICAL ASSESSMENT OF THE AREA OF CULTIVATION OF ANNUAL RYEGRASS

V.N. Zolotarev, Candidate of Agricultural Sciences

Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology

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

semvik@vniikormov.ru

Одним из факторов повышения стабильности и эффективности производства объемистых кормов является диверсификации видового и сортового разнообразия кормовых культур. В умеренном климатическом поясе для сбалансированного поступления растительного сырья в системе зеленого конвейера в структуре площадей кормового назначения целесообразно расширение посевов райграсса однолетнего. Для этого необходимо увеличение объемов производства сортовых семян этой культуры. Решение этой проблемы предполагает организацию товарного семеноводства райграсса однолетнего в стране. Расчеты показывают, что ежегодно в стране райграсс однолетний только на кормовые цели может высеваться на площади до 250–285 тыс. га и более. Потенциальная ежегодная потребность в посевном материале райграсса однолетнего для кормопроизводства с учетом нужд коммунального хозяйства и озеленения в настоящее время составляет около 9,6 тыс. т семян. Одним из необходимых условий удовлетворения запросов потребителей в отечественном посевном материале является выделение зон с наиболее благоприятными агроклиматическими условиями, обеспечивающими в наибольшей степени реализацию потенциала этой культуры по семенной продуктивности. Для возделывания на семена значения гидротермического коэффициента (ГТК) территорий оптимальны в пределах 1,3–1,5. В ареале возделывания ведение относительно устойчивого производства семян райграсса возможно в большей части областей Центрального, Северо-Западного и в южных районах Волго-Вятского регионов, а также в Калининградской области. Уровень и стабильность получения высоких урожаев семян (коэффициент вариации: C_v 13,3–18,5%), а также обеспеченность этих районов агроклиматическими ресурсами, с вероятностью более чем в 70–80% лет позволяет отнести выделенную зону как наиболее рентабельную и устойчивую для товарного производства семян райграсса однолетнего. В Центральном Нечерноземье по потенциалу агроклиматических ресурсов зона наиболее эффективного и устойчивого семеноводства райграсса однолетнего включает следующие территории: Московская, Смоленская области, южные районы Ярославской, половина Тверской, западная и южная части Владимирской областей, Ивановская, Костромская, Калужская области. В целом в этих районах значения ГТК в основном составляют 1,3–1,4.

Ключевые слова: райграсс однолетний, семена, урожайность, агроэкологическое районирование ареала возделывания, зоны товарного семеноводства.

One of the factors for increasing the stability and efficiency of bulk feed production is the diversification of species and varieties of forage crops. In the temperate climate zone, for a balanced supply of plant materials in the green conveyor system in the structure of forage areas, it is advisable to expand the areas of annual ryegrass. This requires increasing the production volumes of varietal seeds of this crop. The solution to this problem involves organizing commercial seed production of annual ryegrass in the country. Calculations show that annually in the country, annual ryegrass can be sown for forage purposes alone on an area of up to 250–285 thousand hectares or more. The potential annual need for annual ryegrass seed for forage production, taking into account the needs of utilities and landscaping, currently amounts to about 9.6 thousand tons of seeds. One of the necessary conditions for satisfying consumer demand for domestic seed material is the allocation of zones with the most favorable agroclimatic conditions, ensuring the greatest possible realization of the potential of this crop for seed productivity. For cultivation for seeds, the values of the hydrothermal coefficient (HTC) of territories are optimal within the range of 1.3–1.5. In the cultivation area, relatively sustainable production of ryegrass seeds is possible in most of the Central, Northwestern and southern areas of the Volga-Vyatka regions, as well as in the Kaliningrad region. The level and stability of obtaining high seed yields (Cv 13.3–18.5%), as well as the provision of these areas with agroclimatic resources with a probability of more than 70–80% of years, allows us to classify the selected zone as the most profitable and sustainable for commercial production of annual ryegrass seeds. In the Central Non-Black Earth Region, according to the potential of agroclimatic resources, the zone of the most effective and sustainable seed production of annual ryegrass includes the following territories: Moscow, Smolensk regions, southern areas of Yaroslavl, half of Tver, western and southern parts of Vladimir, Ivanovo, Kostroma, Kaluga. In general, in these areas, the HTC values are mainly 1.3–1.4.

Keywords: annual ryegrass, seeds, yield, agroecological zoning of the cultivation area, commercial seed production zones.

Анализ состояния кормовой базы животноводства показывает, что в настоящее время основная масса сочных и грубых кормов (около 80–85%) в регионах Нечерноземной зоны производится на полевых землях и лишь только до 15–20% поступает с сенокосов и пастбищ, характеризующихся низкой продуктивностью [1]. В системе сырьевого и зеленого конвейеров из однолетних культур традиционно используются зерновые и их двухкомпонентные смеси с однолетними бобовыми травами. Как правило, в силу исторически сложившихся систем земледелия и структуры севооборотов, определяемой специализацией хозяйств, наряду с озимыми зерновыми, чаще всего на кормовые цели практикуется высев

овса с горохом или викой, реже трехкомпонентные смеси с добавлением других культур. В бинарных смесях злаковый компонент является доминирующим, а бобовый обогащает кормовую массу протеином. Однако в связи с невысокой рентабельностью, обусловленной низкой окупаемостью затрат вследствие одноукосного характера использования двухкомпонентных «мешанок» и высокими нормами высева их семян, доля таких посевов в общей структуре площадей кормового назначения в последние десятилетия снизилась более чем в два раза [2].

На современном этапе функционирования кормопроизводства решение проблемы повышения эффективности воз-

дельвания однолетних культур предполагает научное обоснование подбора их видового состава, обладающего определенным спектром хозяйственно полезных и биологических свойств, позволяющих улучшить технологичность использования, повысить качество производимого сырья и экономические показатели. Для сбалансированного поступления растительного сырья в структуре площадей кормового назначения смешанные посевы однолетних трав различного состава должны занимать не менее 5–6% [3]. В последние годы актуальность повышения эффективности использования однолетних культур обостряется в связи с широким внедрением круглогодичного стойлового содержания КРС.

В зоне умеренного климата в районах достаточного увлажнения одной из наиболее эффективных культур по технологичности возделывания, урожайности, способности формировать несколько укосов, качеству корма, многовариантности и универсальности использования является райграс однолетний (*Lolium multiflorum* Lam. var. *westerwoldicum* Wittm.) [2]. Его можно возделывать в одновидовых травостоях [4–6], в двухкомпонентных смесях с бобовыми (люпином) [7], в составе поливидовых агроценозов [8–10], в качестве покровной [11; 12] и подсевной культуры как с озимыми промежуточными, так и с яровыми травами [10; 13; 14], в поукосных, пожнивных посевах [2].

За счет особенности интенсивности развития корневой системы и метаболических процессов растений райграс обладает высокой способностью усваивать макро- и микроэлементы из труднодо-

ступных соединений почвы, в результате чего уровень продукционных процессов у него выше, чем у традиционных однолетних кормовых культур [2]. Вследствие биологической особенности к непрерывному процессу побегообразования и высокой регенерирующей способности к отрастанию после отторжения вегетативных органов, то есть повышенной отавности, одновидовые травостои райграса или его посевы в составе сложных многокомпонентных кормовых травосмесей позволяют за вегетационный период получать до четырех и даже пяти укосов. В результате этого существенно повышается качество получаемого корма, равномерность поступления зеленой массы в течение вегетационного сезона и в целом продуктивность в системе конвейерного производства кормов [8]. При этом за счет высокого содержания водорастворимых углеводов сырье из райграса характеризуется лучшим сахаробуферным отношением по сравнению с другими однолетними культурами, что позволяет заготавливать объемистые консервированные корма высокого качества.

Следует отметить, что при посеве райграса однолетнего на корм в целях повышения поедаемости целесообразно использовать смеси диплоидных и тетраплоидных сортов этой культуры, например, Московского 74 и Рапида, в равных пропорциях. В результате этого существенно повышается поедаемость и переваримость зеленой массы за счет тетраплоидных растений. Диплоидные же растения способствуют лучшей усвояемости корма за счет более высокого содержания сухого вещества. Также увеличивается продолжительность исполь-

зования травостоев из сортосмесей, то есть потребительская их ценность вследствие разности сортов, обеспечивающей сохранение качественных показателей корма. Кроме того, преимущество таких сортосмесей проявляется при недостатке влаги (осадков), диплоидные растения, как более засухоустойчивые, компенсируют снижение продуктивности тетраплоидов.

Сортовые смеси диплоидного и тетраплоидного райграсса эффективно использовать как в одновидовых весенних, так и в подсевных посевах. В поукосных и пожнивных посевах более эффективно высевать диплоидные сорта, как наиболее скороспелые. Причем в качестве компонента для таких посевов целесообразно использовать крестоцветные культуры. Пожнивные посевы райграсса (после уборки хлебных злаков на зерно) эффективны в более южных районах ареала его возделывания, в том числе на орошении, где большая продолжительность вегетационного периода позволяет растениям сформировать хозяйственно приемлемый урожай зеленой массы (при условии достаточной влагообеспеченности).

Необходимость удовлетворения потребностей кормопроизводства, а также нужд ландшафтного озеленения и рекультивации земель требует существенного улучшения селекции и отечественного семеноводства райграсса однолетнего в России с целью не менее 90%-ного обеспечения всех потребителей высококачественным посевным материалом сортов российской селекции.

Цель работы — провести анализ стабильности и уровня сборов семян райграсса однолетнего в различных рай-

онах ареала его возделывания в зависимости от почвенно-климатических факторов и выделить зоны с наиболее высоким агроклиматическим потенциалом для организации товарного семеноводства.

Методика. Сравнительный анализ эффективности производства семян райграсса однолетнего проводился на основе показателей величины урожайности с использованием статистических данных Минсельхоза России, материалов из отчетов сортоучастков (ГСУ), опытных станций, опытных хозяйств, селекционно-семеноводческих станций, компаний (ЗАО, ООО), занимающихся семеноводством трав, а также из публикаций НИУ, вузов. Для выделения административных образований (областей) и в целом районов и зон с наиболее благоприятными агроэкологическими районами для ведения устойчивого семеноводства райграсса однолетнего рассчитывали коэффициенты вариации (C_v) по показателям рядов величины урожайности семян. Наряду со значениями уровня урожайности семян и ее стабильностью, определяемой на основании значений коэффициента вариации, выделение районов с различной эффективностью возделывания райграсса однолетнего на семена проводилось на основании показателей гидро-термического коэффициента увлажнения (ГТК, по Селянинову). ГТК — производное температуры и осадков, рассчитывается по формуле на основании учета отношения суммы осадков в миллиметрах за период с температурами выше $+10\text{ }^\circ\text{C}$ к сумме температур ($^\circ\text{C}$) за это же время. Для оценки пригодности территорий для возделывания райграсса однолетнего на семена также учитывались

климатические и метеорологические показатели: продолжительность вегетационного сезона, сумма осадков за этот период, сумма активных температур воздуха.

Результаты и обсуждение. Анализ состояния семеноводства райграса однолетнего в мире показывает, что ежегодное производство его семян только в США превышает 100 тыс. т. При этом на кормовые цели на юго-востоке США засеивается более 1 млн га этой культуры. Семеноводство райграса в США полностью сосредоточено в западной части штата Орегон в долине реки Уилламетт, где сложилось наиболее оптимальное сочетание агроклиматических условий для возделывания этой культуры [2].

Одним из наиболее значимых факторов повышения продуктивности сельскохозяйственных культур и расширения ареала их эффективного использования является наличие достаточно объемной композиции разноплановых по палитре адаптивных свойств и хозяйственно полезных признаков сортов, позволяющих формировать кормовые фитоценозы в соответствии с технологиями возделывания и использования в разных агроэкологических и агротехнических условиях.

По состоянию на 2024 г. в Государственный реестр включено 29 сортов райграса однолетнего, из них только шесть (21%) — отечественной селекции. От общего количества 12 сортов, в том числе отечественный сорт Викинг, зарегистрированы как газонная трава (ГТ), шесть (из них один, Блинец, отечественный) — для газонов и на корм (ГК) и пять — как кормовые (КО), у двух статус не указан [15]. У российских сортов

Рapid, Изорский, Фиалент и Московский 74 определены регионы допуска для возделывания на кормовые цели и семена. За последние 30 лет только два новых отечественных сорта райграса были включены в Госреестр: в 2007 г. — Блинец, оригинатор ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», и с 2015 г. — Викинг, оригинаторы: ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова», ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка» и ООО «Евро-семена». Сложившаяся негативная ситуация по сортовому представительству райграса однолетнего в Госреестре указывает на то, что в стране практически не ведется целенаправленная селекция по созданию новых сортов этой культуры. Косвенным подтверждением этому является отсутствие научных публикаций по данному вопросу в последние двадцать лет (за исключением статьи в 2019 г. с описанием сорта Блинец [16]). Следует отметить, что селекционная работа по райграсу однолетнему в стране была развернута еще в начале 50-х годов прошлого века. На Центральной торфоболотной опытной станции в Яхромском районе Московской области был создан и с 1959 г. районирован первый отечественный сорт Яхромский (снят с регистрации в 2002 г.) [2].

Непропорциональный хозяйственной значимости райграса однолетнего для кормопроизводства имеющийся ассортимент сортов отечественной селекции этой культуры в настоящее время далеко не достаточен. Такое неудовлетворительное положение требует активизации

селекционной работы и организации сортового семеноводства райграса однолетнего в стране.

Анализ предложения на рынке сертифицированных ФГБУ «Россельхозцентр» партий семян райграса однолетнего показывает, что доминирующий их объем из отечественных сортов представлен Рапидом. Также большой удельный вес этой культуры занимает сорт Изорский. В меньшем количестве предлагаются семена сорта Московский 74. Значительный объем коммерческого оборота занимают импортные семена зарубежных сортов, то есть наблюдается выраженная экспансия иностранного посевного материала, наряду с другими видами трав, и райграса однолетнего.

Расчеты показывают, что с учетом агроклиматического потенциала терри-

тории и перспектив развития животноводства (КРС) ежегодно в стране райграс однолетний только на кормовые цели может высеваться на площади до 250–285 тыс. га и более. Наряду с этим эту культуру в качестве одного из компонентов травосмесей эффективно использовать в агроландшафтном озеленении, в том числе урбанизированных территорий, в коммунальном хозяйстве после прокладки инженерных сетей и коммуникаций, для задернения откосов дорог, рекультивации строительных площадок и др. В составе травосмесей для озеленения доля семян райграса однолетнего обычно составляет от 10 до 20%. Потенциальная ежегодная потребность в посевном материале райграса однолетнего в настоящее время суммарно составляет около 9,6 тыс. т семян (табл. 1).

1. Научно обоснованная потребность в семенах райграса однолетнего

Требуется семян для посева			Всего семян, тыс. т		
на семеноводческие цели, тонн (с учетом страхфонда, %)			массовых репродукций для кормовых посевов и озеленения, тыс. т	на 2025 г.	на 2030 г.
оригинальных (100%)	элитных (50%)	I и II репродукции (25%)			
10	100	880	8,7	9,6	11,0

Следует отметить, что с учетом высокой потенциальной семенной продуктивности и экологической пластичности райграс однолетний способен формировать хозяйственно значимые урожаи семян во всем ареале возделывания этой культуры на кормовые цели, что дает возможность обеспечивать внутривозрастные потребности в посевном материале. Однако ведение семеноводства в районах с неблагоприятными по комплексу погодных и почвенно-климатических условиях при относительно

невысоких урожаях (0,3–0,7 т/га) в большинстве случаев семена характеризуются пониженными посевными качествами.

Товарное производство высококачественных сортовых семян райграса высших репродукций в специализированных хозяйствах требует организации семеноводства райграса в наиболее благоприятных по агроклиматическим ресурсам районах. Связано это с тем, что биологически возможные и экономически оправданные районы возделывания сель-

скохозяйственных культур на семена далеко не всегда совпадают [2; 17]. В частности, в Северном и ряде областей Северо-Западного регионов при высоком уровне влагообеспеченности райграсс однолетний наращивает большую биомассу. В то же время при ведении семеноводства высокая относительная влажность воздуха, большое количество пасмурных дней во второй половине лета в сильной степени усложняют проведение уборочных работ, значительно увеличивают затраты на досушку и сортировку семян. К тому же в результате неоптимального соотношения тепло- и влагообеспеченности семенной материал получается с пониженными посевными качествами [17].

Территория Российской Федерации характеризуется большим разнообразием световых, агроклиматических и почвенных условий в разных районах страны, на основании чего типизирована по этим признакам на 12 сельскохозяйственных регионов. В связи с разным агроклиматическим потенциалом и плодородием основного массива почв, типов природных и антропогенных агроландшафтов уровень урожайности отдельных культур как между сельскохозяйственными районами, так и между микрорайонами внутри регионов может существенно варьировать [17; 18]. В Нечерноземной зоне по мере продвижения от западных и северо-западных районов к восточным и юго-восточным возрастает континентальность климата, уменьшается количество осадков, при одновременном расширении амплитуды их флуктуаций как по годам, так и по отдельным месяцам вегетационного периода. В таких районах для райграсса однолетнего характерна

высокая вариабельность уровня урожайности семян [18].

Одним из приоритетных направлений комплексного решения проблемы повышения эффективности товарного семеноводства райграсса однолетнего является выделение и производство семян в наиболее благоприятных для этого зонах, то есть проведение агроэкологического районирования территории в ареале возделывания этой культуры.

Следует отметить, что ареал эффективного возделывания райграсса однолетнего на семена в основном совпадает с зоной товарного семеноводства райграсса пастбищного [18]. Однако зона хозяйственного распространения райграсса пастбищного в северных районах ограничена изотермой отрицательных температур в зимний период, а райграсс однолетний в этой зоне может успешно возделываться на кормовые цели.

Основными районами культивирования райграсса однолетнего как мезофильного вида на кормовые цели является умеренный климатический пояс: Северо-Западный, области лесной, подтаежной и лесостепной зон Центрального, Приволжского, Уральского федеральных округов РФ, Сибири и Дальнего Востока. На большей части этой территории среднегодовое количество осадков составляет 500–800 мм и основная их часть приходится на период с положительными температурами воздуха. В небольших объемах эта культура также высевается в Северо-Кавказском регионе на орошении, а также в предгорных и прилегающих к ним равнинных районах, характеризующихся выпадением большого количества осадков (от 500–600 до 700–800 мм).

При выделении районов с сочетанием наиболее благоприятных агроклиматических факторов для возделывания райграса однолетнего следует иметь в виду тот факт, что эффективность семеноводства этой культуры во многом определяется индивидуальными хозяйственно полезными характеристиками культивируемых сортов. Диплоидные и тетраплоидные сорта райграса отличаются друг от друга по многим важным признакам: потребностью в обеспечении техногенными и абиотическими ресурсами, фенологическими особенностями развития растений, биометрическими показателями отдельных органов, фенологическими и морфологическими признаками, идентификационными показателями посевных качеств семян, общей продолжительностью периода вегетации, уровнем продуктивности зеленой массы и т. д. При агроклиматическом районировании наиболее существенной характеристикой отдельных сортов является их устойчивость к воздействию неблагоприятных почвенно-климатических факторов, выражающаяся в сохранении высокой продуктивности, в первую очередь, в условиях ограничения абиотических ресурсов (влагообеспеченность) предполагаемого района возделывания.

Ведущие факторы, оказывающие наиболее сильное влияние на процесс формирования посевных качеств и величину урожая семян, являются внешними по отношению к райграсу однолетнему: техногенное воздействие (агротехника), агроландшафтные параметры конкретного месторасположения поля, складывающиеся погодные условия в основные фазы репродуктивного развития, характеристика почв и др. Максимальная реа-

лизация потенциала райграса однолетнего по семенной продуктивности достигается лишь при условии сочетания биологических потребностей этой культуры и комплекса агроэкологических ресурсов планируемых районов возделывания.

Уровень фактических сборов семян является многомерным показателем. Наряду с погодными и почвенно-климатическими зональными условиями величина урожайности семян райграса однолетнего в сильной мере определяется соблюдением технологии возделывания. Так, даже при сочетании оптимальной динамики гидротермического режима вегетационного сезона и высокого уровня почвенного плодородия, но при нарушении агротехники выращивания (несоблюдение оптимальных сроков посева и норм высева, системы удобрений, сроков и способов уборки, сильном засорении травостоев) урожайность семян этой культуры может быть в несколько раз ниже от реально возможной в этих условиях (до 1,6–1,9 т/га) [2]. Причем агротехника возделывания злаковых трав на семена и зеленый корм имеет существенные отличительные особенности [19]. Распространенная в хозяйствах практика выделения семенных участков из посевов кормового назначения не позволяет получать высокие урожаи качественных семян райграса.

Для интенсивного роста и развития райграса однолетнего основными климатическим и погодным факторами, обеспечивающими этот процесс, является достаточный уровень влагообеспеченности, отражающийся в количестве выпавших осадков в основные фазы периода вегетации, на фоне умеренного термического режима. Для посевов райграса

однолетнего кормового назначения наиболее приемлемы значения ГТК за вегетационный сезон 1,3–1,9. При таких показателях ГТК, отражающих соотношение режима теплообеспеченности и количества выпавших осадков, райграсс однолетний при многоукосном режиме использования непрерывно формирует новые побеги и наращивает большую биомассу (при условии доступности достаточного уровня элементов питания) [17; 18]. Такие показатели ГТК имеют практически все области Северного, Центрального, Северо-Западного и, частично, Волго-Вятского регионов. В Центрально-Черноземном регионе райграсс однолетний может успешно возделываться в Орловской области (ГТК 1,3). В северной части Курской области, характеризующейся значениями ГТК за апрель–июль 0,8–1,2, северо-западе и востоке Липецкой (ГТК от 1,3 на северо-западе до 1,1 на юго-востоке) райграсс может формировать два полноценных укоса и отаву.

Для возделывания на семена значения ГТК оптимальны в пределах 1,3–1,5. В районах с более низким ГТК посев райграсса на пониженных участках позволяет частично компенсировать недостаточный уровень влагообеспеченности с атмосферными осадками за счет достаточных почвенных запасов продуктивной влаги, обеспечивающих хорошее развитие, закладку и дифференциацию репродуктивных органов растений на первых этапах их онтогенеза. Имея высокие темпы развития, райграсс однолетний успевает сформировать генеративные побеги и завязать семена до наступления относительного дефицита влаги. Кроме того, в регионах, в целом харак-

теризующихся низкими значениями ГТК, существуют отдельные районы с более высоким уровнем влагообеспеченности. Выделение таких микрорайонов позволяет повысить эффективность возделывания райграсса на семена и обеспечить региональные потребности в посевном материале этой культуры [17; 18].

Равномерность и количество выпадения осадков в течение сезона в разных географических поясах также бывает разной. При значении гидротермического коэффициента на уровне 1,2–1,4 и выше в мае–июне и снижении его значений менее 0,9–1,0 в июле–августе, т. е. в период налива и уборки, позволяет относить такие районы к зонам с наиболее благоприятными условиями для семеноводства райграсса. Хотя в целом за сезон в этих районах средние значения ГТК могут быть и не высокими. Например, в Рязанской области ГТК равен 1,1. Однако в ряде районов области можно получать урожай семян до 1,5 т/га и выше. Обусловлено это тем, что в северо-западных районах области выпадает гораздо больше осадков по сравнению с южными и юго-восточными. При этом расчет ГТК за май–июнь для Рязанской области показывает, что в эти месяцы он составляет 1,5 [18]. При этом дополнительным благоприятным фактором в этой области, способствующим хорошему развитию растений в начальный период вегетации, является достаточно большой запас продуктивной влаги в слое 0–100 см почвы, составляющий 162 мм [18]. Сравнительно высокий уровень влагообеспеченности в первой половине вегетационного сезона и умеренное количество осадков в период созревания семян позволяет эффективно вести

семеноводство и получать высокие урожаи семян райграса однолетнего в этом регионе. Аналогичная картина по влагообеспеченности складывается и в Московской области — значение гидротермического коэффициента изменяется в разных районах территории от 1,6 на северо-западе до 1,2 в юго-восточных районах. Это в целом позволяет отнести Московскую область к району с благоприятными агроклиматическими ресурсами для ведения товарного семеноводства райграса однолетнего.

Аналогичные расчеты по определению ГТК по фазам развития райграса для выделения отдельных зон с более благоприятными условиями ведения семеноводства можно провести и для других областей с использованием метеорологических данных.

В семеноводстве особенно большое значение имеют особенности рельефа, перераспределяющие в ландшафте лимитирующие величину и качество урожая абиотические и биотические факторы и ресурсы внешней среды. Известно, например, что различия в температуре, влажности, эвапотранспирации и других факторов между северной и южной экспозицией склона предопределяют специфичные требования к биологическим особенностям размещаемых на них культур и сортов (Жученко А.А., 2004) [17]. Райграс однолетний — ветроопыляемое растение. При его возделывании в северных областях размещение семенных участков на склонах с западной или северной экспозицией вызывает уменьшение завязываемости вследствие повышенной влажности микроклимата во время цветения, что ведет к снижению урожайности семян [17].

Качество формирующихся семян и величина урожая зависят от условий в период цветения, опыления и процесса оплодотворения, которые накладывают большой отпечаток на физические показатели, а также урожайные свойства семенного материала. Нарушение взаимосвязи между цветением и необходимыми условиями для опыления приводит к резкому уменьшению семенной продуктивности. Несоответствие условий для нормального цветения снижает завязываемость и ухудшает качество семян. Статистически давно установленным фактом является пониженная всхожесть семян культур, полученных в северных регионах страны. Дождливая холодная погода в период семяобразования и, особенно, налива задерживает дифференциацию зародыша и снижает посевные качества семян [17].

В Северном регионе возможность формирования относительно высоких урожаев семян (0,7–0,8 т/га для условий этого региона) не превышает 20–30% из 10 лет. Одним из негативных факторов метеорологического характера является большая вероятность пасмурной погоды и повышенной относительной влажности в период цветения, составляющая более 60%. Даже в относительно теплые годы из-за низкой облачности и малой освещенности (ниже 16 тыс. лк) в период цветения райграс однолетний не формирует высокой урожайности семян [17]. Биологической причиной этого является тот факт, что цветки райграса однолетнего в пасмурную или дождливую погоду закрываются, в результате чего завязываемость снижается. Подтверждением этого являются сведения по величине сборов семян в этом регионе. Так, по

данным инспектуры государственного сортоиспытания по Коми, фактический урожай семян сорта Московский 74 на сортоучастках при проведении государственного сортоиспытания варьировал от 0,49 до 0,72 т/га, на Государственной сельскохозяйственной опытной станции составлял 0,7 т/га, в совхозах Агропрома в 1986 г. — 0,49 т/га, в 1987 г. — 0,21, в 1988 г. — 0,24, в 1989 г. — 0,38 т/га. По данным Института биологии Коми НЦ УрО АН СССР (1986 г.), в условиях центральной части республики Коми, где развитие райграсса проходит более ускоренными темпами, формирование посева райграсса однолетнего диплоидного сорта Московский 74 с разными нормами высева позволило получить сбор семян от 0,28 до 0,61 т/га [17]. Расчет показывает, что коэффициент вариации показателей урожайности райграсса однолетнего в Республике Коми, при невысоком уровне показателей фактических сборов семян, составляет 42,2%.

Функциональная приспособленность растений к условиям внешней среды выражается в изменениях морфологических, физиологических и биологических характеристик [17]. Результаты исследований свидетельствуют, что метеорологические условия вегетационных периодов, в частности, среднесуточная температура и осадки, оказывают значительное влияние на варьирование признаков: высоты растений, количества генеративных побегов, длины соцветий, величины урожайности семян [20]. Установлено, что при невысокой среднесуточной температуре воздуха (12 °С в целом за вегетационный сезон при сумме осадков 10 мм) продолжительность межфазных периодов у злаковых трав составляет 10–

13 дней, а при увеличении суммы осадков до 120 мм при таком же температурном режиме длительность может увеличиваться до 33 дней (Корнеев В.А., 1981). Повышение температуры воздуха только на 1 °С при уменьшении ГТК на 0,5–0,7 в период цветения–созревания ускоряет наступление цветения уже на 2–3 дня [17].

Усугубляющий негативный зональный фактор, снижающий эффективность семеноводства райграсса однолетнего в северных районах возделывания, — смещение сроков уборки семян на более поздний осенний период. Связано это с небольшой величиной суммы положительных температур воздуха за период активной вегетации растений [17]. Например, для Архангельской области этот показатель составляет 1461 °С, Республики Карелия — 1430, Республики Коми — 1304, Мурманской области — только 852 °С, что не позволяет здесь успешно возделывать эту культуру. С целью уменьшения отрицательного влияния дефицита тепла в северных и северо-западных районах ареала возделывания райграсса однолетнего семенные участки следует закладывать в определенных локальных микрорайонах, выделенных по лучшим агроклиматическим условиям и топографическим признакам [2; 17]. Например, учитывая время цветения райграсса в течение дня, его семенные посевы целесообразно размещать на полях, расположенных с экспозицией на юго-восточных и южных склонах.

Исследованиями установлено, что для формирования и созревания семян райграсса однолетнего необходима сумма эффективных температур не менее 900 °С. Оптимальная температура для

роста и эффективного фотосинтеза, процесса семяобразования, налива, созревания и формирования высоких посевных качеств зерновок составляет 18–25 °С [2]. При этом продолжительность периода вегетации от всходов до уборочной спелости семян у разных сортов райграса однолетнего в зависимости от условий увлажнения и среднесуточной температуры воздуха в основных районах ареала его возделывания составляет в среднем около 70–80 дней (до 90 суток в Северном и Северо-Западном регионах) [17]. Критическим периодом по отношению к условиям влагообеспеченности у райграса в семенной культуре является время образования и развития репродуктивных органов, формирования и налива семян, то есть с третьей декады мая, весь июнь и первая половина июля [18]. Оптимальным режимом влагообеспеченности является постепенно убывающая влажность почвы и уменьшающееся количество осадков, начиная с фазы цветения–начала налива семян райграса.

В Центральном Нечерноземье по потенциалу агроклиматических ресурсов зона наиболее эффективного и устойчивого семеноводства райграса однолетнего включает следующие территории: Московская, Смоленская области, южные районы Ярославской, половина Тверской, западная и южная части Владимирской, Ивановская, Костромская, Калужская. В целом в этих районах значения ГТК в основном составляют 1,3–1,4 [17]. Уровень вероятности получения высоких урожаев по обеспеченности агроклиматическими ресурсами для этих районов более чем в 70–80% позволяет отнести выделенную зону как наиболее рентабельную и устойчивую для товар-

ного производства семян райграса однолетнего. Почвы в этом районе в основном представлены дерново-подзолистыми и серыми лесными со средним и выше среднего уровнем естественного плодородия, среднего и тяжелого механического состава [17]. Почвенно-климатические условия в выделенном поясе благоприятны для формирования высоких урожаев с хорошими посевными качествами семян [21].

В северной и северо-западной частях Брянской, на севере и северо-западе Тульской и Орловской областей, в западных районах Рязанской области также складываются благоприятные условия для товарного производства семян райграса однолетнего. Однако в связи с аридизацией климата, выражено проявляющейся в последние два десятилетия, в этих районах повышается риск летних засух, в связи с чем вероятность получения высоких урожаев семян райграса (более 1,0–1,2 т/га) в этих районах не превышает 60–70%.

Сумма активных температур (>10 °С) за вегетационный период в выделенных областях Центрального Нечерноземья варьирует в диапазоне 1811–2308 °С, среднемноголетнее количество осадков, ограниченная этим температурным промежутком, находится в интервале от 255 до 330 мм. Продолжительность периода с температурой выше +10 °С изменяется от 120 до 157 дней. Запас продуктивной влаги в слое почвы 0–100 см в начале вегетации весной составляет 141–260 мм. То есть с точки зрения биологического потенциала эффективное выращивание райграса однолетнего на семена возможно в большинстве районов его возделывания на кормовые цели. Однако в соот-

ветствии с критериями адаптивного семеноводства и экономической эффективностью выделяемые для этого зоны, районы и производственные участки уже на уровне хозяйств должны в большей мере соответствовать агроэкологическим требованиям культуры для максимальной реализации своего репродуктивного потенциала [18].

Широкий диапазон варибельности величины урожайности семян райграса в разных районах ареала в зависимости от погодных и почвенно-климатических условий при сопоставимой агротехнике возделывания создает предпосылки для градации районов с различной стабильностью семеноводства этой культуры и выделения из них агроэкологических зон с более оптимальным соотношением абиотических факторов. На основании анализа доступных данных по урожайности этой культуры в различных регионах европейской части России установлено, что в ареале возделывания ведение относительно устойчивого производства семян райграса при среднем показателе величины сборов семян 0,77 т/га (варьирование от 0,54 до 1,11 т/га при C_v 13,3–

18,5%) наиболее целесообразно в большей части областей Центрального, Северо-Западного и южных районах Волго-Вятского регионов, а также в Калининградской области (табл. 2). Кроме того, локально высокие сборы семян райграса однолетнего (сорт Близнец) (до 1,5 т/га и более) можно получать в южных районах на орошении. На плодородных почвах этого региона в районах с недостаточным выпадением осадков на орошении регулируемый режим водоподдачи позволяет обеспечить необходимую динамику влажности почвы по фазам вегетации (около 80–85% ППВ в период кущения и формирования генеративных органов, 75–65% в фазу цветения, завязывания, налива семян), а сокращение нормы — прекращение полива в период молочно-восковой спелости семян будет способствовать формированию высоких посевных качеств. При этом на фоне повышенного температурного режима южных районов контролируемый режим влагообеспеченности позволяет создать наиболее благоприятные условия для созревания и уборки урожая семян райграса однолетнего (50–60% ППВ почвы).

2. Урожайность семян райграса однолетнего в различных регионах ареала возделывания в европейской части РФ

Регион	Урожайность семян, т/га		Диапазон коэффициентов вариации, C_v , %	
	интервал колебаний по годам	интервал средних величин		
Северный	0,32–0,82	0,37–0,75	28,7–38,3	
Северо-Западный	0,59–1,21	0,66–0,10	13,3–17,6	
Центральный	северные районы	0,54–1,20	0,61–0,92	14,5–18,1
	западные районы	0,57–1,10	0,52–0,76	14,6–18,5
	восточные районы	0,54–0,92	0,60–0,69	15,1–20,2
	южные районы	0,33–1,05	0,39–0,85	2,40–30,7
Волго-Вятский	0,32–0,84	0,32–0,74	25,2–33,6	
Уральский	0,32–0,79	0,38–0,62	25,4–30,7	
Центрально-Черноземный	0,38–0,91	0,47–0,77	24,1–33,2	

Следует отметить, что недостаточный объем массива данных по урожайности семян райграса однолетнего из разных мест ареала его возделывания в стране не позволяет детально просчитать зависимости от складывающихся погодных и почвенно-климатических условий и на основании этого выделить районы с наиболее эффективным его семеноводством. Схематично зона с более благоприятными почвенно-климатическими условиями, определяющими агроэкологический потенциал возможности для ведения товарного семеноводства райграса однолетнего в ареале его возделывания на кормовые цели, пространственно ограничивается линией: Петрозаводск – Во-

логда – Кострома – Нижний Новгород – Рязань – Тула – Калуга – Брянск – Смоленск (рисунок). Вместе с тем следует отметить, что значения ГТК ряда областей Северо-Западного региона — Ленинградской, Вологодской, Новгородской, Псковской, Тверской, Калининградской составляют от 1,6 до 1,9, то есть по условиям влагообеспеченности являются избыточными. С учетом этого фактора в этих областях для ведения товарного семеноводства райграса однолетнего целесообразно выделить отдельные микрозон, районов с более благоприятным сочетанием условий, в том числе путем подбора соответствующего ландшафта для расположения семенных участков.

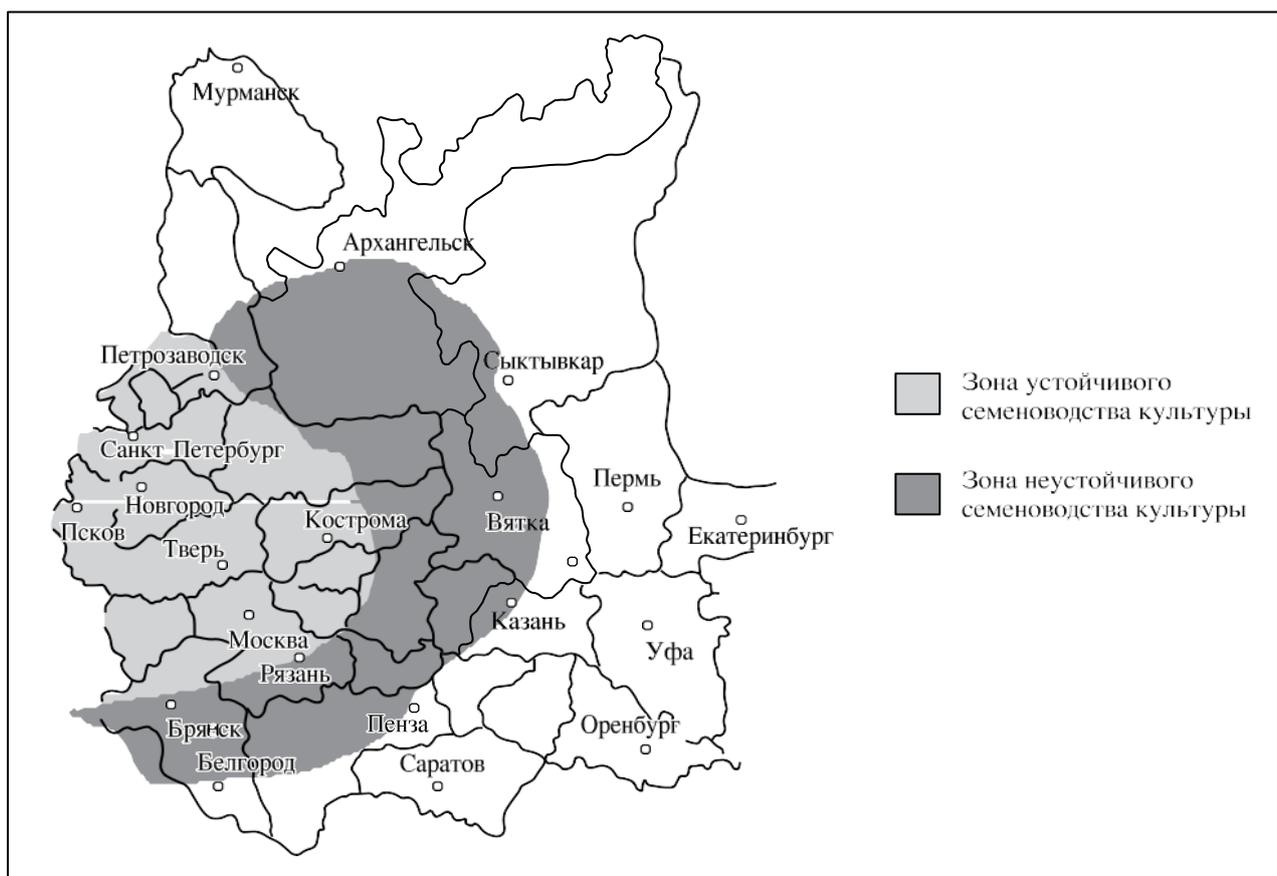


Рисунок. Схематическое расположение районов с разной устойчивостью семеноводства в ареале возделывания райграса однолетнего

Таким образом, вследствие биологических особенностей райграса однолетнего ареал его распространения и хозяйственного использования ограничивается умеренным климатическим поясом, включающим полностью лесную, подтаежную и часть лесостепной зон. В относительно небольших объемах эта культура также может высеваться в Северо-Кавказском регионе на орошении, а также в предгорных и прилегающих к ним равнинных районах, характеризующихся выпадением большого количества осадков (от 500–600 до 700–800 мм) в весенне-летний период. Биологический потенциал и экологическая пластичность

позволяет выращивать райграсс однолетний на семена в районах его возделывания на кормовые цели. Однако широкие ограничивающие границы коридора значений величины урожайности семян райграса в разных регионах и ее вариабельность, определяемая агроклиматическими условиями, создает предпосылки для градации ареала возделывания на агроэкологические районы с различной стабильностью семеноводства этой культуры и выделения зон, включая микрозоны, с более оптимальным соотношением абиотических факторов для высокоэффективного ведения товарного производства высококачественных семян.

Литература

1. Донских Н.А. Кормопроизводство – актуальные проблемы и перспективы его развития на современном этапе // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 39. – С. 54–57.
2. Золотарев В.Н., Катков В.А., Чекмарев П.А. Культура райграса однолетнего (биология, селекция, семеноводство, использование в кормопроизводстве). – М.: Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2010. – 332 с.
3. Безгодова И.Л., Коновалова Н.Ю. Возделывание перспективных сортов однолетних культур на кормовые цели // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2019. – № 4 (29). – С. 40–47. – DOI: 10.35523/2307-5872-2019-29-4-40-47.
4. Постевая О.В., Дьяченко В.В. Урожайность райграса однолетнего при внесении различных доз минеральных удобрений в условиях Брянской области // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 9. – С. 50–52.
5. Совершенствование технологии возделывания райграса однолетнего в АО «Агрофирма «Вельская» Архангельской области / Н.Г. Малков, О.В. Чухина, А.И. Демидова, О.В. Абрамовская // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2018. – № 97. – С. 99–107.
6. Основные направления и совершенствование методов конвейерного производства кормов на пашне и лугопастбищных угодьях / А. Лопатнюк, П. Тиво, Н. Соловцов, Л. Лопатнюк // Аграрная экономика. – 2021. – № 4 (311). – С. 78–96.
7. Эффективность использования смешанных посевов во Владимирской области / М.Н. Новиков, В.Н. Баринев, Л.И. Ермакова, Л.Д. Фролова // Владимирский земледелец. – 2015. – № 3–4 (73–4). – С. 14–17.
8. Дегунова Н.Б., Данилова Ю.Б., Шкодина Е.П. Перспективы использования кормовых культур для создания зеленых конвейеров в условиях Новгородской области // Научный альманах. – 2015. – № 6 (8). – С. 169–177.

9. Лукашевич Н.П., Зенькова Н.Н., Микуленок В.Г. Кормовая ценность однолетних многоукосных агрофитоценозов // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2010. – Т. 46, № 2. – С. 281–285.
10. Теличко О.Н. Райграсс однолетний как уплотняющая культура в посевах однолетних трав // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – № 6 (92). – С. 29–31.
11. Иванова Е.П. Продуктивность покровных культур и подпокровных посевов люцерны в условиях Приморского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 10 (132). – С. 17–20.
12. Скалозуб О.М. Влияние покровных культур на экономическую эффективность возделывания донника белого на семена // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – № 6 (92). – С. 27–29.
13. Воловик В.Т. Рапс и сурепица – резерв повышения питательной ценности кормов // Агро-СнабФорум. – 2018. – № 7 (163). – С. 56–57.
14. Шлапунов В.Н., Лукашевич Т.Н., Капылович В.Л. Промежуточные посевы как резерв повышения продуктивности пашни // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2007. – № 3. – С. 47–53.
15. Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию: официальное издание. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2024. – 620 с.
16. Райграсс однолетний для повышения кормопроизводства / В.В. Кравцов, В.А. Кравцов, Н.С. Лебедева, А.С. Капустин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 1 (75). – С. 44–45.
17. Эколого-биологические и технологические основы возделывания райграсса / В.Н. Золотарев, А.А. Зотов, Б.М. Кошен [и др.]. – Астана : Типография ИП Жанадилова С.Т., 2008. – 736 с. – ISBN 978-601-06-0363-9. – EDN: PWQZWJ.
18. Золотарев В.Н. Состояние и агроэкологическое районирование семеноводства райграсса пастбищного в России // Адаптивное кормопроизводство. – 2024. – № 1. – С. 58–72. – URL: <http://www.adaptagro.ru>. – DOI: <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2024-1-58-72>.
19. Ивина И.П., Дронова Т.Н. Технология возделывания овсяницы тростниковидной на семена и зеленый корм в условиях Волго-Донского междуречья // Орошаемое земледелие. – 2022. – № 4 (39). – С. 41–44. – DOI: 10.35809/2618-8279-2022-4-3.
20. Касаткина Н.И., Нелюбина Ж.С. Особенности формирования семенной продуктивности многолетних злаковых трав в Волго-Вятском регионе // Кормопроизводство. – 2024. – № 2. – С. 11–17. – DOI: 10.30906/1562-0417-2024-2-11-17.
21. Разработка методики выделения зон семеноводства на основе установленных типов урожая семян и почвенно-климатического районирования / Ю.В. Плугатарь, Н.М. Макрушин, Е.М. Макрушина, Т.С. Науменко // Биология растений и садоводство: теория, инновации. – 2021. – № 1 (158). – С. 85–98. – DOI: 10.36305/2712-7788-2021-1-158-85-98.

References

1. Donskikh N.A. Kormoproizvodstvo – aktual'nyye problemy i perspektivy yego razvitiya na sovremennom etape [Forage production – current problems and prospects for its development at the present stage]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [*Bulletin of the St. Petersburg State Agrarian University*], 2015, no. 39, pp. 54–57.
2. Zolotarev V.N., Katkov V.A., Chekmarev P.A. Kul'tura raygrasa odnoletnego (biologiya, selektsiya, semenovodstvo, ispol'zovaniye v kormoproizvodstve) [Annual ryegrass culture (biology, selection, seed production, use in forage production)]. Moscow, 2010, 332 p.
3. Bezgodova I.L., Konovalova N.Yu. Vozdelyvaniye perspektivnykh sortov odnoletnikh kul'tur na kormovyye tseli [Cultivation of promising varieties of annual crops for forage purposes]. *Agrarnyy*

- vestnik Verkhnevolzh'ya [Agrarian Bulletin of the Upper Volga Region]*, 2019, no. 4 (29), pp. 40–47. DOI: 10.35523/2307-5872-2019-29-4-40-47.
4. Postevaya O.V., Dyachenko V.V. Urozhaynost' raygrasa odnoletnego pri vnesenii razlichnykh doz mineral'nykh udobreniy v usloviyakh Bryanskoy oblasti [Yield of annual ryegrass with the application of different doses of mineral fertilizers in the conditions of the Bryansk region]. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii [Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy]*, 2013, no. 9, pp. 50–52.
 5. Malkov N.G., Chukhina O.V., Demidova A.I., Abramovskaya O.V. Sovershenstvovaniye tekhnologii vzdelyvaniya raygrasa odnoletnego v AO «Agrofirma «Vel'skaya» Arkhangel'skoy oblasti [Improving the technology of cultivation of annual ryegrass in JSC Agrofirma Velskaya, Arkhangelsk region]. *Tekhnologii i tekhnicheskiye sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produktov rasteniyevodstva i zhitovnovodstva [Technologies and technical means of mechanized production of crop and livestock products]*, 2018, no. 97, pp. 99–107.
 6. Lopatnyuk A., Tivo P., Solovtsov N., Lopatnyuk L. Osnovnyye napravleniya i sovershenstvovaniye metodov konveyernogo proizvodstva kormov na pashne i lugopastbishchnykh ugod'yakh [Main directions and improvement of methods of conveyor production of forage on arable land and grassland]. *Agrarnaya ekonomika [Agrarian economy]*, 2021, no. 4 (311), pp. 78–96.
 7. Novikov M.N., Barinov V.N., Ermakova L.I., Frolova L.D. Effektivnost' ispol'zovaniya smeshannykh posevov vo Vladimirskoy oblasti [Efficiency of using mixed crops in the Vladimir region]. *Vladimirskiy Zemledelets [Agronomist of the Vladimir region]*, 2015, no. 3–4 (73–4), pp. 14–17.
 8. Degunova N.B., Danilova Yu.B., Shkodina E.P. Perspektivy ispol'zovaniya kormovykh kul'tur dlya sozdaniya zelenykh konveyerov v usloviyakh Novgorodskoy oblasti [Prospects for the use of forage crops to create green conveyors in the Novgorod region]. *Nauchnyy al'manakh [Scientific almanac]*, 2015, no. 6 (8), pp. 169–177.
 9. Lukashevich N.P., Zenkova N.N., Mikulenok V.G. Kormovaya tsennost' odnoletnikh mnogoukosnykh agrofytotsenozov [Feed value of annual multi-cut agrophytocenoses]. *Uchenyye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya Vitebskaya ordena Znak Pocheta gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny [Scientific notes of the educational institution Vitebsk Order of the Badge of Honor State Academy of Veterinary Medicine]*, 2010, v. 46, no. 2, pp. 281–285.
 10. Telichko O.N. Raygras odnoletniy kak uplotnyayushchaya kul'tura v posevakh odnoletnikh trav [Annual ryegrass as a densifying crop in annual grass crops]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of the Altai State Agrarian University]*, 2012, no. 6 (92), pp. 29–31.
 11. Ivanova E.P. Produktivnost' pokrovnykh kul'tur i podpokrovnykh posevov lyutserny v usloviyakh Primorskogo kraya [Productivity of cover crops and under-cover crops of alfalfa in the conditions of Primorsky Krai]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of the Altai State Agrarian University]*, 2015, no. 10 (132), pp. 17–20.
 12. Skalozub O.M. Vliyaniye pokrovnykh kul'tur na ekonomicheskuyu effektivnost' vzdelyvaniya donnika belogo na semena [Influence of cover crops on the economic efficiency of cultivation of white sweet clover for seeds]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of the Altai State Agrarian University]*, 2012, no. 6 (92), pp. 27–29.
 13. Volovik V.T. Raps i surepitsa – rezerv povysheniya pitatel'noy tsennosti kormov [Rapeseed and coleseed – a reserve for increasing the nutritional value of feed]. *Agro-SnabForum [Agro-SnabForum]*, 2018, no. 7 (163), pp. 56–57.
 14. Shlapunov V.N., Lukashevich T.N., Kapylovich V.L. Promezhutochnyye posevy kak rezerv povysheniya produktivnosti pashni [Intermediate crops as a reserve for increasing arable land productivity]. *Vesti Natsyyanal'nay akademii nauk Belarusi. Seriya agrarnykh nauk [News of the National Academy of Sciences of Belarus. Series of agricultural sciences]*, 2007, no. 3, pp. 47–53.

15. Gosudarstvennyy reyestr sortov i gibridov sel'skokhozyaystvennykh rasteniy, dopushchennykh k ispol'zovaniyu: ofitsial'noye izdaniye [State register of varieties and hybrids of agricultural plants approved for use: official publication]. Moscow, 2024, 620 p.
16. Kravtsov V.V., Kravtsov V.A., Lebedeva N.S., Kapustin A.S. Raygras odnoletniy dlya povysheniya kormoproizvodstva [Annual ryegrass to increase forage production]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Orenburg State Agrarian University], 2019, no. 1 (75), pp. 44–45.
17. Zolotarev V.N., Zotov A.A., Koshen B.M. et al. Ekologo-biologicheskiye i tekhnologicheskiye osnovy vozdeliyaniya raygrasa [Ecological, biological and technological foundations of ryegrass cultivation]. Astana, 2008, 736 p. ISBN 978-601-06-0363-9. EDN: PWQZWJ.
18. Zolotarev V.N. Sostoyaniye i agroekologicheskoye rayonirovaniye semenovodstva raygrasa pastbishchnogo v Rossii [Status and agroecological zoning of seed production of pasture ryegrass in Russia]. *Adaptivnoye kormoproizvodstvo* [Adaptive fodder production], 2024, no. 1, pp. 58–72. URL: <http://www.adaptagro.ru>. DOI: <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2024-1-58-72>.
19. Ivina I.P., Dronova T.N. Tekhnologiya vozdeliyaniya ovsyanitsy trostnikovidnoy na semena i zelenyy korm v usloviyakh Volgo-Donskogo mezhdurech'ya [Technology of cultivation of reed fescue for seeds and green forage in the conditions of the Volga-Don interfluves]. *Oroshayemoye zemledeliye* [Irrigated agriculture], 2022, no. 4 (39), pp. 41–44. DOI: 10.35809/2618-8279-2022-4-3.
20. Kasatkina N.I., Nelyubina Zh.S. Osobennosti formirovaniya semennyoy produktivnosti mnogoletnikh zlakovykh trav v Volgo-Vyatskom regione [Features of the formation of seed productivity of perennial cereal grasses in the Volga-Vyatka region]. *Kormoproizvodstvo* [Forage production], 2024, no. 2, pp. 11–17. DOI: 10.30906/1562-0417-2024-2-11-17.
21. Plugatar Yu.V., Makrushin N.M., Makrushina E.M., Naumenko T.S. Razrabotka metodiki vydeleniya zon semenovodstva na osnove ustanovlennykh tipov urozhaya semyan i pochvenno-klimaticheskogo rayonirovaniya [Development of a methodology for identifying seed production zones based on established types of seed yield and soil-climatic zoning]. *Biologiya rasteniy i sadovodstvo: teoriya, innovatsii* [Plant Biology and Horticulture: Theory, Innovations], 2021, no. 1 (158), pp. 85–98. DOI: 10.36305/2712-7788-2021-1-158-85-98.

УДК 631.6

DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2024-4-54-61

КАЧЕСТВО БЕЛКА КОРМА МНОГОЛЕТНИХ ОСУШАЕМЫХ ЗЛАКОВЫХ ПАСТБИЩ ПРИ ИХ ИНТЕНСИВНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В ЦЕНТРАЛЬНОМ РАЙОНЕ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ

И.А. Трофимов, доктор географических наук
Н.Н. Гречишников, кандидат сельскохозяйственных наук

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

QUALITY OF PROTEIN FEED OF PERENNIAL DRAINED CEREAL PASTURES WITH THEIR INTENSIVE USE IN THE CENTRAL REGION OF THE NON-CHERNOZEM ZONE

I.A. Trofimov, Doctor of Geographical Sciences
N.N. Grechishnikov, Candidate of Agricultural Sciences

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

Одной из основных причин ухудшения качества корма является неполноценность его аминокислотного состава. С целью оценки полноценности аминокислотного состава кормов, полученных на осушаемых закрытым дренажем многолетних злаковых пастбищах, созданных на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве с низким содержанием гумуса и средним фосфора и калия, проведены исследования во ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Аминокислотный состав белка пастбищного корма определяли в солянокислых гидролизатах с помощью анализаторов аминокислот «Хромоспек» и «Хемиспек» в соответствии с ГОСТ 32195-2013 «Корма, комбикорма. Метод определения содержания аминокислот». В полевых и лизиметрических опытах установлен наиболее результативный, экологически безопасный уровень питания многолетнего пастбищного травостоя, при котором урожайность получена в размере 90,3 ц/га сухой массы, а в условиях двустороннего регулирования водного режима почвы — 104,3 ц/га. Белок пастбищного корма, полученного в наших исследованиях, содержал оптимальное количество лизина. Это характерно и для других незаменимых аминокислот, содержание которых было достаточным в условиях рационального питания и увлажнения многолетних пастбищных травостоев. Лимитирующими аминокислотами в белке исследуемого пастбищного корма были метионин и цистин.

Ключевые слова: полевые и лизиметрические опыты, аминокислотный состав белка, пастбищный корм.

One of the main reasons for the deterioration of feed quality is the inferiority of its amino acid composition. In order to assess the usefulness of the amino acid composition of feeds obtained from perennial cereal pastures drained by closed drainage, created on sod-podzolic medium loamy soil with low humus content and medium phosphorus and potassium, studies were conducted at the Federal Williams Research

Center of Forage Production and Agroecology. The amino acid composition of pasture feed protein was determined in hydrochloric acid hydrolysates using amino acid analyzers "Chromospec" and "Chemispek" in accordance with GOST 32195-2013 "Feed, compound feed. A method for determining the content of amino acids". In field and lysimetric experiments, the most effective, environmentally safe level of nutrition of long-term pasture grass was established, at which the yield was obtained in the amount of 90.3 c/ha of dry weight, and in conditions of bilateral regulation of the water regime of the soil — 104.3 c/ha. The protein of the pasture feed obtained in our studies contained the optimal amount of lysine. This is also typical for other essential amino acids, the content of which was sufficient in conditions of rational nutrition and hydration of perennial pasture. The limiting amino acids in the protein of the studied pasture feed were methionine and cystine.

Keywords: field and lysimetric experiments, amino acid composition of protein, pasture feed.

Введение. Одной из основных причин ухудшения качества корма является неполноценность его аминокислотного состава [1].

Начиная с открытия Т. Осборном и Л. Менделем в 1914 г. незаменимых аминокислот, стало очевидным, что белок необходим человеку и животным не сам по себе, а как источник аминокислот [1].

Одним из главных условий развития животноводства в нашей стране является рациональное кормление, обеспечивающее потребность животных во всех питательных веществах. Известно, что при недостатке в рационах молочных коров и КРС на откорме энергии и легкоусвояемых углеводов (сахара, крахмала), протеин и аминокислоты расходуются на энергетические нужды, что намного повышает потребность в них животных. Кроме того, наблюдается нарушение энергетического и углеводно-жирового обмена, снижается продуктивность, возникают проблемы с воспроизводством.

В структуре полноценного кормления животных обеспечение кормов сырым протеином играет большую роль. Недостаток белка влияет на здоровье животного, его продуктивность и может приводить к перерасходу высокобелковых кормов, при этом животные нуждаются в определенном количестве аминокислот,

составляющих суммарную потребность в белке. Именно количество белка обусловлено содержанием как заменимых, так и незаменимых аминокислот.

Отсутствие или дефицит незаменимых аминокислот в пище вызывает потерю аппетита у животных и снижение темпа роста. Аминокислоты участвуют в синтезе кислот, которые выполняют каталитические, транспортные и другие функции в организме животных. Из аминокислот создаются в первую очередь структурные и защитные ткани: кожа, кости, связки, органы и мышцы [2].

Содержание таких аминокислот, как лизин, метионин, цистин, триптофан является одним из основных показателей протеиновой питательности корма, так как эти аминокислоты поступают в организм животного именно с кормом [3]. Лизин, метионин, триптофан — основные незаменимые или критические аминокислоты. Они лимитируют использование других аминокислот для синтеза белка, присутствуют в кормах в наименьшем количестве по сравнению с другими и при этом ограничивают рост и развитие животных, даже если других аминокислот достаточно. Их называют еще особо незаменимые.

Биологическая ценность кормового белка обусловлена в основном степенью ассимиляции аминокислот в организме. Питательная ценность белков зависит не от их общего аминокислотного состава, а от наличия в них незаменимых аминокислот [4].

Наши исследования проведены с целью оценки полноценности аминокислотного состава кормов на многолетних осушаемых злаковых пастбищах.

Методика. Наши исследования по оценке качества белка корма на многолетних осушаемых злаковых пастбищах при их интенсивном использовании в Центральном районе Нечерноземной зоны проведены во ВНИИ кормов им. В.Р.Вильямса (ФНЦ «ВИК им. В.Р.Вильямса») на осушаемых закрытым дренажем многолетних злаковых пастбищах, созданных на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве с низким содержанием гумуса и средним фосфора и калия [5; 6; 7].

Аминокислотный состав белка пастбищного корма определяли в солянокислых гидролизатах с помощью анализаторов аминокислот «Хромоспек» и «Хемиспек» в соответствии с ГОСТ 32195-2013 «Корма, комбикорма. Метод определения содержания аминокислот».

Результаты исследований. В проведенных полевых и лизиметрических опытах установлен наиболее результативный, экологически безопасный уровень питания многолетнего пастбищного травостоя, при котором урожайность получена в размере 90,3 ц/га сухой массы, а в условиях двустороннего регулирования водного режима почвы — 104,3 ц/га.

Достигнута не только высокая продуктивность пастбища, равная 8700 кор-

мовых единиц, или 18,8 ц сырого протеина, или 104,9 ГДж обменной энергии с 1 га, но и хорошие поедаемость пастбищного корма (80–83%), его переваримость (72–75%) и энергонасыщенность (9,9–10,0 ГДж/кг СВ).

При таких параметрах продуктивности и качества корма осушаемых пастбищ важным становится не только достаточный уровень протеинового питания КРС, но и качество протеина, его аминокислотный состав.

Биологическая полноценность белка определяется уровнем и соотношением аминокислот в корме. По своему существу потребность в протеине сводится к потребностям в аминокислотах.

Одной из основных и важнейших аминокислот для КРС является лизин. Он необходим для роста и развития животных, а также для образования белка в их организме, принимает участие в обмене белков и углеводов, поддерживает баланс азота в организме. Это лимитирующая незаменимая аминокислота. Она необходима для нормального усвоения фосфора и кальция. Лизин входит в состав практически всех белков животного, растительного и микробного происхождения.

Белок пастбищного корма, полученного в наших исследованиях, содержал оптимальное количество лизина. Это характерно и для других незаменимых аминокислот, содержание которых было достаточным в условиях рационального питания и увлажнения многолетних пастбищных травостоев (таблица).

«Идеальный белок» в своем составе отражает оптимальное содержание незаменимых аминокислот (по данным ФАО и ВОЗ). По сбалансированности аминокис-

кислот, их содержанию он наиболее отвечает современным нормам потребности организма животного в аминокислотах [8].

Таблица. Биологическая ценность протеина исследуемого пастбищного корма

Аминокислота	В 100 г белка				
	Идеальный белок*	Без орошения		При орошении	
		—	НРК	—	НРК
Изолейцин	4,0	3,8	4,1	3,6	4,0
Лейцин	7,0	6,8	6,4	6,7	6,8
Лизин	5,5	5,6	5,9	5,1	5,4
Метионин, цистин	3,5	0,6	1,0	0,9	1,0
Фенилаланин, тирозин	6,0	7,3	7,6	6,6	7,7
Треонин	4,0	3,9	4,1	4,2	4,3
Валин	5,0	5,0	5,5	5,1	5,1
Триптофан	1,0	1,3	0,9	1,1	1,0

*«Идеальный белок» — оптимальное содержание незаменимых аминокислот в белке (по данным ФАО и ВОЗ).

Лимитирующими аминокислотами в белке исследуемого пастбищного корма были метионин и цистин.

Метионин влияет на количество белка в молоке, иммунитет животных, состояние кожного покрова, служит источником серы при биосинтезе, улучшает функции печени и способствует уменьшению отложения в ней жира. Метионин необходим для образования новых органических соединений, таких как холин (витамин В₄), креатин, адреналин, ниацин (витамин В₃).

Цистин — серосодержащая аминокислота, взаимозаменяемая с метионином, участвует в окислительно-восстановительных процессах обмена белков, углеводов и желчных кислот, способствует образованию веществ, обезвреживающих яды кишечника, активизируют инсулин. Вместе с триптофаном она участвует в синтезе желчных кислот в печени, необходимых для всасывания продуктов переваривания жиров из кишечника.

В целях достижения и сохранения удоя коров на высоком уровне в рационе необходимо в составе используемых концентратов применять (что и делалось) серосодержащие добавки, т. е. компенсировать недостаток метионина и цистина.

В наших исследованиях установлено, что на осушаемом старовозрастном пастбище (рисунок) в 1 кг сухого вещества корма неудобренного травостоя содержалось 110,1 г аминокислот, в том числе 51,4 г незаменимых. Наиболее высокое содержание в пастбищном корме установлено по аспарагину, глютамину, аланину. Из незаменимых аминокислот в наибольшем количестве в белке содержались лейцин, лизин, фенилаланин, валин, треонин.

Установлено, что при внесении азотного удобрения на фоне РК содержание аминокислот в сухом веществе корма значительно возрастает. Это наблюдалось практически по всем аминокислотам. Увеличение составляет по разным

аминокислотам от 22 до 61%. В корме удобренных пастбищ на 30,1% увеличи-

лось содержание незаменимых аминокислот (с 46,5 до 59,5 г/кг СВ).



Рисунок. Порционное стравливание пастбищ

При орошении применение $N_{240}P_{60}K_{120}$ повысило содержание аминокислот в сухом веществе корма с 109,3 до 150,3 г/кг (37,5%), а незаменимых — с 52,0 до 70,9 г/кг (36,4%).

В условиях двустороннего регулирования водного режима почвы рациональный уровень питания старовозрастных злаковых пастбищ обеспечивает не только высокую их продуктивность, энергонасыщенность корма, хорошую его поедаемость и переваримость, но и увеличение доли аминокислот в протеине, в том числе незаменимых.

При этом содержание протеина в корме увеличивается до 183 г/кг СВ (29%). Обеспечивается высокая биологическая ценность белка практически по

всем незаменимым аминокислотам, за исключением метионина и цистина, при этом рациональный уровень питания обеспечивает увеличение цистина в корме более чем в 5 раз (с 0,13 до 0,67 г/кг СВ). При орошении содержание цистина не изменяется, а метионина увеличивается до 1,33 г/кг СВ.

Однако для высокоэффективного использования осушаемых злаковых пастбищ рекомендуется включать в рацион КРС серосодержащие добавки, компенсирующие недостаток метионина и цистина в корме.

Заключение. В наших исследованиях по оценке качества белка корма на осушаемых закрытым дренажем многолетних злаковых пастбищах при их ин-

тенсивном использовании в Центральном районе Нечерноземной зоны, созданных ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве с низким содержанием гумуса и средним фосфора и калия, получены следующие результаты.

1. Установлено, что на осушаемом старовозрастном пастбище в 1 кг сухого вещества корма неудобренного травостоя содержалось 110,1 г аминокислот, в том числе 51,4 г незаменимых.

2. Наиболее высокое содержание в пастбищном корме установлено по аспарагину, глютамину, аланину. Из незаменимых аминокислот в наибольшем количестве в белке содержались лейцин, лизин, фенилаланин, валин, треонин.

3. Установлено, что при внесении азотного удобрения на фоне РК содержание практически всех аминокислот в сухом веществе корма значительно возрастает. Увеличение составляет по разным аминокислотам от 22 до 61%. В корме удобренных пастбищ на 30,1% увеличилось содержание незаменимых аминокислот (с 46,5 до 59,5 г/кг СВ).

4. При орошении применение $N_{240}P_{60}K_{120}$ повысило содержание аминокислот

в сухом веществе корма с 109,3 до 150,3 г/кг (37,5%), а незаменимых — с 52,0 до 70,9 г/кг (36,4%).

5. В условиях двустороннего регулирования водного режима почвы рациональный уровень питания старовозрастных злаковых пастбищ обеспечивает не только высокую их продуктивность, энергонасыщенность корма, хорошую поедаемость и переваримость, но и увеличение доли аминокислот в протеине, в том числе незаменимых.

6. При этом содержание протеина в корме увеличивается до 183 г/кг СВ (29%). Обеспечивается высокая биологическая ценность белка практически по всем незаменимым аминокислотам, за исключением метионина и цистина, при этом рациональный уровень питания травостоя обеспечивает увеличение цистина в корме более чем в 5 раз (с 0,13 до 0,67 г/кг СВ). При орошении содержание цистина не изменяется, а метионина увеличивается до 1,33 г/кг СВ.

7. В целях достижения и сохранения удоя коров на высоком уровне в рационе необходимо в составе используемых концентратов применять серосодержащие добавки, компенсирующие недостаток метионина и цистина.

Литература

1. Аминокислотное питание животных и проблема белковых ресурсов : материалы конференции, Краснодар, 23 марта 2004 г. / под ред. В.Г. Рядчикова. – Краснодар : Кубанский ГАУ, 2005. – 410 с.
2. Косолапов В.М., Воронкова Ф.В. Количественная и качественная характеристики сырого протеина кормовых растений, кормов и биологического материала животных и птицы. – М. : Угрешская типография, 2014. – 160 с.
3. Идрисов Р.А. Энергетическая и аминокислотная питательность бобово-злакового травостоя в условиях Степного Зауралья // Кормопроизводство. – 2014. – № 9. – С. 18–19.
4. Косолапова В.Г., Косолапов В.М., Степанова Г.В. Аминокислотный состав люцерны разных сортов // Кормопроизводство. – 2023. – № 8. – С. 18–21.
5. Гречишников Н.Н. Экологически безопасное эффективное использование разновозрастных злаковых пастбищ на мелиорируемых почвах Нечерноземной зоны // Актуальные проблемы

- почвоведения, экологии и земледелия : сборник докладов XVIII Международной научно-практической конференции Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева», Курск, 26–28 апреля 2023 г. – Курск : ФГБНУ «Курский ФАНЦ», 2023. – С. 57–59.
6. Орошение в Нечерноземье / Е.И. Кузнецова, В.Г. Дикарев, Н.Н. Гречишников, А.Я. Лукин // Перспективные агрохимические технологии повышения качества кормов : доклады симпозиума (Немчиновка, 4–5 июля 2002 г.). – М. : Типография Россельхозакадемии, 2002. – С. 181–188.
 7. Гречишников Н.Н. Повышение продуктивности разновозрастных травостоев злаковых пастбищ на мелиорируемых землях Центрального района Нечерноземной зоны : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Всесоюзный научно-исследовательский институт кормов имени В. Р. Вильямса. – Лобня : ВНИИ кормов, 1986. – 16 с.
 8. Рядчиков В.Г. Рациональное использование белка — концепция «идеального протеина» // Научные основы ведения животноводства и кормопроизводства : сб. науч. трудов. – Краснодар, 1999. – С. 192–208.

References

1. Aminokislotoyе pitaniye zhivotnykh i problema belkovykh resursov: materialy konferentsii, Krasnodar, 23 marta 2004 g. [Amino acid nutrition of animals and the problem of protein resources: conference materials, Krasnodar, March 23, 2004]. Edited by V.G. Ryadchikov. Krasnodar, Kuban State Agrarian University Publ., 2005, 410 p.
2. Kosolapov V.M., Voronkova F.V. Kolichestvennaya i kachestvennaya kharakteristiki syrogo proteina kormovykh rasteniy, kormov i biologicheskogo materiala zhivotnykh i ptitsy [Quantitative and qualitative characteristics of crude protein of forage plants, feed and biological material of animals and poultry]. Moscow, Ugreshskaya tipografiya Publ., 2014, 160 p.
3. Idrisov R.A. Energeticheskaya i aminokislotnaya pitatel'nost' bobovo-zlakovogo travostoya v usloviyakh Stepnogo Zaural'ya [Energy and amino acid nutritional value of legume-cereal herbage in the conditions of the Steppe Trans-Urals]. *Kormoproizvodstvo [Forage production]*, 2014, no. 9, pp. 18–19.
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. Grechishnikov N.N. Ekologicheski bezopasnoye effektivnoye ispol'zovaniye raznovozrastnykh zlakovykh pastbishch na melioriruyemykh pochvakh Nechernozemnoy zony [Environmentally safe and efficient use of uneven-aged cereal pastures on reclaimed soils of the Non-Chernozem zone]. *Aktual'nyye problemy pochvovedeniya, ekologii i zemledeliya : sbornik dokladov XVIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii Kurskogo otdeleniya MOO «Obshchestvo pochvovedov imeni V.V. Dokuchayeva», Kursk, 26–28 aprelya 2023 g. [Actual problems of soil science, ecology and agriculture: collection of reports of the XVIII International scientific and practical conference of the Kursk branch of the International Public Organization "Society of Soil Scientists named after V.V. Dokuchaev", Kursk, April 26–28, 2023]*. Kursk, Kursk Federal Agricultural Scientific Center Publ., 2023, pp. 57–59.
6. Kuznetsova E.I., Dikarev V.G., Grechishnikov N.N., Lukin A.Ya. Orosheniye v Nechernozem'ye [Irrigation in the Non-Black Earth Region]. *Perspektivnyye agrokhimicheskiye tekhnologii povysheniya kachestva kormov : doklady simpoziuma (Nemchinovka, 4–5 iyulya 2002 g.) [Promising agrochemical technologies for improving feed quality: reports of the symposium (Nemchinovka, July 4–5, 2002)]*. Moscow, Tipografiya Rossel'khozakademii Publ., 2002, pp. 181–188.
7. Grechishnikov N.N. Povysheniye produktivnosti raznovozrastnykh travostoyev zlakovykh pastbishch na melioriruyemykh zemlyakh Tsentral'nogo rayona Nechernozemnoy zony [Increasing the productivity of mixed-age grass stands of cereal pastures on reclaimed lands of the Central region of the

- Non-Chernozem zone]. Author's abstract diss. ... Candidate of Agricultural Sciences. All-Union Research Institute of Forage named after V.R. Williams. Lobnya, 1986, 16 p.
8. Ryadchikov V.G. Ratsional'noye ispol'zovaniye belka — kontseptsiya «ideal'nogo proteina» [Rational use of protein — the concept of "ideal protein"]. *Nauchnyye osnovy vedeniya zhivotnovodstva i kormoproizvodstva : sb. nauch. trudov* [Scientific foundations of animal husbandry and forage production: collection of scientific papers]. Krasnodar, 1999, pp. 192–208.

УДК 636.085

DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2024-4-62-67

ХИМИЧЕСКОЕ КОНСЕРВИРОВАНИЕ КОРМОВ ИЗ КОЗЛЯТНИКА ВОСТОЧНОГО

А.С. Абрамян, доктор сельскохозяйственных наук
В.П. Клименко, доктор сельскохозяйственных наук
С.А. Маляренко, кандидат сельскохозяйственных наук
З.К. Миуц, аспирант

*ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»
141055, Россия, Московская область, г. Лобня, ул. Научный городок, корп. 1
prof.abramyan49@mail.ru*

CHEMICAL PRESERVATION OF FEED FROM EASTERN GOAT'S RUE (GALEGA)

A.S. Abramyan, Doctor of Agricultural Sciences
V.P. Klimenko, Doctor of Agricultural Sciences
S.A. Malyarenko, Candidate of Agricultural Sciences
Z.K. Miyuts, Graduate Student

*Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology
141055, Russia, Moscow Region, Lobnya, Nauchnyi gorodok str., k. 1
prof.abramyan49@mail.ru*

В нашем опыте растения козлятника восточного в фазу начала бутонизации имели повышенную влажность: 89,3%. При такой влажности биологические консерванты не эффективны. Мы, в сравнительном аспекте, применяли химические консерванты АИВ 3 и ВИК 3Ц в различных дозах. Консервированные корма были доброкачественные, без плесени, гнили и с достаточной активной кислотностью (3,90–4,05). Лучшим сахаросберегающим эффектом отличались варианты с АИВ 3 и ВИК 3Ц в дозе 0,6% к массе — 1,6–2,1% сахаров в сухом веществе (СВ) силоса. В них было минимальное газовыделение (2,53 л/кг СВ), накопление аммиака и уксусной кислоты. Меньший расход сахаров приводил к меньшему накоплению молочной кислоты, но при достаточном показателе рН 3,9, это не является отрицательным. В кормах отсутствовала нежелательная масляная кислота, но определялись другие низкомолекулярные кислоты — валериановая, яблочная, муравьиная, что указывает на разновекторные процессы ферментации, происходящие в силосе из козлятника восточного. Во всех консервированных кормах молочной кислоты от суммы основных кислот было более 75%, что указывает на приемлемые условия созревания. При вскрытии хранилища отмечена лучшая, по сравнению со злаковыми культурами (результаты прошлых исследований), аэробная стабильность силоса. Эффективным вариантом приготовления объемистых кормов из козлятника восточного сорта Гале является плющение скошенной массы с подвяливанием до концентрации сухого вещества 27–30% и консервированием химическим препаратом ВИК 3Ц в дозе 0,6% к массе. Корм, полученный по этому варианту, через 45 суток хранения обладает хорошими органолептическими показателями, имеет требуемую активную кислотность (рН 4,45 и выше), молочной ки-

слоты в сумме накопившихся кислот более 84%, низкое газовыделение (0,43 л/кг СВ), лучшую из пяти исследованных вариантов сохранность сахара (до 1,46% СВ) и минимальное выделение аммиака (0,145% СВ).

Ключевые слова: бобовые, химические консерванты, сохранность питательных веществ, молочная кислота, дозы препарата.

In our experiment the plants of eastern goat's rue had a high humidity of 89.3% in the phase of the beginning of budding. Biological preservatives are not effective at such humidity. In the comparative aspect, we used chemical preservatives AIV 3 and VIK 3C, in different doses. Canned feed was of good quality, without mold, rot and with sufficient active acidity of 3.90–4.05. The best sugar-saving effect was observed in the variants with AIV 3 and VIK 3C at a dose of 0.6% by weight — 1.6–2.1% of sugars in the dry matter of silage. They had a minimum gas emission of 2.53 l/kg of DM, accumulation of ammonia and acetic acid. Lower consumption of sugars led to less accumulation of lactic acid, but with a sufficient pH of 3.9, this is not negative. There was no undesirable butyric acid in the feed, but other low-molecular acids were determined — valerian, malic, formic, which indicates multi-vector fermentation processes occurring in the silage from eastern goat's rue. In all canned feeds, the percent of lactic acid from the sum of basic acids was more than 75, which indicates acceptable maturation conditions. When the storage was opened, the aerobic stability of the silage was better than that of cereals (the results of previous studies). An effective option for the preparation of bulky feed from goat's rue of the eastern variety Gale is flattening the mowed mass with withering to a dry matter concentration of 27–30% and canning with the chemical preparation VIK 3C at a dose of 0.6% of the weight. The feed obtained according to this option after 45 days of storage has good organoleptic characteristics, has the required active acidity (pH 4.45 and higher), percent of lactic acid in the total of accumulated acids is more than 84, low gas emission of 0.43 l/kg of dry matter, the best of the 5 studied options, sugar preservation — up to 1.46% of DM and minimum ammonia emission of 0.145% of DM.

Keywords: legumes, chemical preservatives, preservation of nutrients, lactic acid, doses of the drug.

По площадям посева и использованию козлятник восточный (*Galega orientalis* Lam.) уступает традиционным бобовым травам — люцерне, клеверу, эспарцету, но его посевы имеют тенденцию к увеличению [1]. Культура имеет много привлекательных сторон — долгий срок использования, высокая урожайность, высокое содержание протеина с хорошим соотношением аминокислот, засухоустойчивость, зимостойкость, вегетативное размножение, экологическая пластичность произрастания в различных регионах, использование в поливидовых смесях, высокое накопление биомассы в начале лета, накопление органических остатков в почве [2; 3]. В то же время необходимо учитывать и отрицательные стороны, влияющие на исполь-

зование козлятника восточного в кормопроизводстве и кормлении животных. Культура плохо поддерживает укосный режим и дает в условиях Нечерноземья один полноценный укос в оптимальную фазу хозяйственного использования — бутонизацию, имеет высокое содержание влаги, к цветению концентрация протеина резко снижается, а клетчатки и лигнина возрастает, понижая переваримость органического вещества [4], при этом в корме содержатся антипитательные вещества: ингибиторы трипсина и пектинов, флавоноиды и др. Алкалоид галегин и фенолкарбоновые кислоты придают кормам специфический вкус и снижают поедаемость. Для увеличения поедаемости к скармливанию силоса из козлятника необходимо постепенное

приучение скота. Ввиду жизнестойкости, козлятник восточный является инвазивным видом и его использование должно проводиться под контролем. Несмотря на многочисленные исследования, однозначных рекомендаций по приготовлению объемистых кормов из зеленой массы козлятника восточного не выдано.

Цель исследований — определение эффективности консервирования козлятника восточного с исходной влажностью и после подвяливания при внесении различных химических препаратов, с выявлением оптимальных доз.

Материалы и методы исследований. Зеленая масса козлятника восточного сорта Гале (сине-фиолетовые цветки) была скошена с производственных посевов в пос. Луговая (г. Лобня Московской области) 31 мая 2023 г. Сорт включен в Госреестр РФ в 1988 г. по всем регионам. Урожайность по первому укосу — 47 т/га. Высота срезанных растений — 91 см, облиственность — 66%. Погодно-климатические условия по г. Лобня: среднесуточная температура — 20 °С, относительная влажность воздуха — 42%, ветер ЮЗ — 6,6 м/с. Масса заложена на силос в лабораторных емкостях по 0,5 л: с естественной влажностью в 12.00, после подвяливания — на следующий день, в 13.00. Срок хранения кормов — 45 дней.

Используемые препараты:

АIV 3+ (Финляндия) с составом: муравьиная кислота 62%, формиат аммония 24%, краска 5 мг/кг, вода до 100%.

ВИК 3Ц[®] (Россия) с составом: муравьиная, уксусная, пропионовая кислоты и антикоррозийная добавка пропиленгликоль Е-1520, с содержанием соот-

ветственно 60 : 19 : 20 : 1 мас.% [патент RU 2812353 С1 «Препарат для консервирования ферментируемых кормов» (В.П. Клименко, А.С. Абрамян, С.А. Отрошко, Б.А. Осипян, С.А. Маляренко, Т.Д. Беломожнов); золотая медаль XXVI Российской агропромышленной выставки «Золотая осень 2024» в номинации «За производство высококачественных кормов и кормовых добавок»]. Расшифровка аббревиатуры — **Всероссийский Институт Кормов**, 3-й консервант в линейке, собственная разработка © Испытательного Центра по оценке качества и стандартизации кормов.

В лабораторных условиях исследования проведены в соответствии с «Методическими рекомендациями по проведению опытов по консервированию и хранению кормов», В.А. Бондарев [и др.], 2008 и «Методикой определения механических примесей и обсеменения микрофлорой в силосе и сенаже», А.С. Абрамян [и др.], 2013.

Количество сахара определяли по методу Бертрана, аммиака — по Лонге, органических кислот (молочной, уксусной, масляной, янтарной, яблочной и др.) — методом капиллярного электрофореза (КАПЕЛЬ-105М, «Люмэкс»), рН — потенциометром И-500.

Проведена математическая обработка полученного материала.

Результаты исследований. Бобовые травы, в соответствии с инструкциями по приготовлению кормов рекомендуются скашивать в фазе начала бутонизации — для высокого содержания белка и каротина, а также низкого содержания всех форм клетчатки. В нашем опыте растения козлятника восточного в фазу начала бутонизации имели повышенную

влажность: 89,3%. При такой влажности биологические консерванты не эффективны. Мы, в сравнительном аспекте, применяли химические консерванты АIV 3+ и ВИК 3Ц в различных дозах. Консервированные корма были доброкачественные, без плесени, гнили и с достаточно активной кислотностью: 3,90–4,05. Лучшим сахаросберегающим эффектом отличались варианты с АIV 3+ и ВИК 3Ц в дозе 0,6% к массе — до 1,6% сахаров в СВ силоса. В них было минимальное газовыделение (2,53 л/кг СВ), накопление аммиака и уксусной кислоты. Меньший расход сахаров приводил к меньшему накоплению молочной кислоты, но при достаточном показателе рН 3,9, это не является отрицательным. В кормах отсутствовала нежелательная масляная кислота, но определялись другие низкомолекулярные кислоты — валериановая, яблочная, муравьиная, что указывает на разновекторные процессы

ферментации, происходящие в силосе из козлятника восточного. Во всех консервированных кормах молочной кислоты от суммы основных кислот было более 75 %, что указывает на приемлемые условия созревания. При вскрытии хранилища отмечена лучшая, по сравнению со злаковыми культурами (результаты прошлых исследований), аэробная стабильность силоса. Температура поднималась незначительно, на 2–3 градуса от исходной, но отмечались потери сахаров от момента вскрытия емкости. Так, если в силосе, консервированном ВИК 3Ц, через 45 суток хранения содержалось в СВ 1,6% сахара, то через 7 суток аэрации он снижался до 0,59%, без увеличения активной кислотности. Это указывает на протекание не процесса молочнокислого брожения, а спиртового дрожжевого брожения, с потерей общей питательности.

1. Биохимический состав кормов из козлятника восточного, при содержании СВ в исходной массе 10,70% и сахара 2,46%

Вариант силосования	рН	Содержание в сухом веществе силоса, %				Молочной кислоты от суммы основных кислот, %
		сахар	аммиак	органические кислоты		
				молочная	уксусная	
ВИК 3Ц (4 л/т)	4,05 ± 0,01	0,70 ± 0,10	0,252 ± 0,01	10,47 ± 0,92	2,57 ± 0,19	80,18 ± 1,45
ВИК 3Ц (5 л/т)	3,98 ± 0,01	0,60 ± 0,01	0,185 ± 0,01	9,81 ± 1,15	2,96 ± 0,34	76,78 ± 0,15
ВИК 3Ц (6 л/т)	3,90 ± 0,00	1,60 ± 0,01	0,131 ± 0,01	5,81 ± 0,66	1,90 ± 0,22	75,39 ± 0,69
АIV 3+ (6 л/т)	3,90 ± 0,01	1,10 ± 0,10	0,119 ± 0,01	4,31 ± 0,58	1,15 ± 0,15	78,74 ± 1,90

Высокая влажность силоса из козлятника с повышенной влажностью приводит к потерям сухого вещества, а сле-

довательно, и важных питательных компонентов с соком. При внесении такого силоса в кормосмеситель наблюдается

нарушение требований к стандартной влажности смеси в кормушках. Доказано, что лучшие корма для жвачных животных получают под действием направляемых нами факторов, в данном

опыте — подвяливания скошенной массы в валках с плющением и добавкой химических консервантов.

Результаты представлены в таблице 2.

2. Биохимический состав кормов из подвяленной массы козлятника восточного, 26,67% СВ в подвяленной массе

Вариант силосования	рН	Содержание в сухом веществе силоса, %				Молочной кислоты от суммы основных кислот, %
		сахар	аммиак	органические кислоты		
				молочная	уксусная	
Без добавок	5,26 ± 0,03	0,39 ± 0,08	0,579 ± 0,01	7,47 ± 0,20	2,31 ± 0,05	76,37 ± 0,42
ВИК 3Ц (4 л/т)	4,31 ± 0,02	0,33 ± 0,04	0,208 ± 0,02	7,92 ± 0,27	1,05 ± 0,06	88,33 ± 0,26
ВИК 3Ц (5 л/т)	4,31 ± 0,01	0,40 ± 0,08	0,162 ± 0,01	5,25 ± 0,38	0,59 ± 0,03	89,85 ± 0,24
ВИК 3Ц (6 л/т)	4,42 ± 0,02	1,46 ± 0,15	0,145 ± 0,03	2,15 ± 0,31	0,39 ± 0,04	84,42 ± 1,04
АIV 3+ (6 л/т)	4,45 ± 0,01	1,42 ± 0,18	0,180 ± 0,01	1,98 ± 0,32	0,28 ± 0,05	87,55 ± 1,50

По органолептическим показателям силос из подвяленной травы козлятника положительно отличался. В структуре не было мажущихся частичек, запах был приятный пресный, а не кислочувственный. Но простое подвяливание без добавки консервантов не обеспечивало получения доброкачественного корма. Такой силос имел повышенный показатель рН (пониженную активную кислотность), максимальное накопление аммиака, как показателя распада протеина, повышенное содержание уксусной кислоты. Все варианты химического консервирования подвяленной массы обладали приемлемой активной кислотностью (4,31–4,45) и высоким процентом нелетучей молочной кислоты в сумме накопившихся кислот. Но эффективной

дозой внесения консерванта для козлятника восточного явилось 6 л/т массы. Препарат ВИК 3Ц в этой дозе несколько превышал АIV 3+ по оптимальным показателям активной кислотности, сохранности сахаров, концентрации молочной кислоты в СВ и низкому накоплению аммиака. При увеличении дозы консерванта понижалось выделение газов, как показателя интенсивности брожения, сопровождающегося потерей питательных веществ. Например, при дозе 0,4% выделялось 1,95 л/кг СВ, а при дозе 0,6% — 0,43 л/кг СВ.

Заключение. Эффективным вариантом приготовления объемистых кормов из козлятника восточного сорта Гале является плющение скошенной массы с подвяливанием до концентрации СВ 27–

30% и консервирование химическим препаратом ВИК 3Ц в дозе 0,6% к массе.

Корм, полученный по этому варианту, через 45 суток хранения обладает хорошими органолептическими показателями, имеет требуемую активную ки-

слотность (рН 4,45 и выше), молочной кислоты в сумме накопившихся кислот более 84%, низкое газовыделение (0,43 л/кг СВ), лучшую из пяти исследованных вариантов сохранность сахара — до 1,46% СВ и минимальное выделение аммиака 0,145% СВ.

Литература

1. Золотарев В.Н., Косолапов В.М., Переправо Н.И. Состояние травосеяния и перспективы развития семеноводства многолетних трав в России и Волго-Вятском регионе // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. – 2017. – № 1. – С. 28–34.
2. Кутузов Г.П. Роль козлятника восточного в кормопроизводстве и сохранении пашни от деградации // *Кормопроизводство*. – 2008. – № 9. – С. 9–11.
3. Клименко В.П., Косолапов В.М. Приготовление силоса высокого качества из козлятника восточного // *Достижения науки и техники АПК*. – 2010. – № 10. – С. 34–37.
4. Золотарев В.Н. Перспективы и проблемные аспекты использования козлятника восточного в кормопроизводстве России // *Кормопроизводство*. – 2021. – № 5. – С. 35–46.

References

1. Zolotarev V.N., Kosolapov V.M., Perepravo N.I. Sostoyaniye travoseyaniya i perspektivy razvitiya semenovodstva mnogoletnikh trav v Rossii i Volgo-Vyatskom regione [State of grass sowing and prospects for the development of seed production of perennial grasses in Russia and the Volga-Vyatka region]. *Agrarnaya nauka Yevro-Severo-Vostoka* [Agrarian science of the Euro-North-East], 2017, no. 1, pp. 28–34.
2. Kutuzov G.P. Rol' kozlyatnika vostochnogo v kormoproizvodstve i sokhranении pashni ot degradatsii [The role of eastern goat's rue in forage production and preservation of arable land from degradation]. *Kormoproizvodstvo* [Forage production], 2008, no. 9, pp. 9–11.
3. Klimenko V.P., Kosolapov V.M. Prigotovleniye silosa vysokogo kachestva iz kozlyatnika vostochnogo [Preparation of high-quality silage from eastern goat's rue]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the agro-industrial complex], 2010, no. 10, pp. 34–37.
4. Zolotarev V.N. Perspektivy i problemnyye aspekty ispol'zovaniya kozlyatnika vostochnogo v kormoproizvodstve Rossii [Prospects and problematic aspects of the use of eastern goat's rue in forage production in Russia]. *Kormoproizvodstvo* [Forage production], 2021, no. 5, pp. 35–46.



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

Анатолий Свиридович ШПАКОВ

УДК 633.2/4.:631

DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2024-4-68-74

КОРМОПРОИЗВОДСТВО 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*

FODDER PRODUCTION IN PEASANT-FARMERS FARMS 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*

Лесная зона России по ресурсному потенциалу является основной для товарного производства молочно-мясной продукции крупного рогатого скота. Потребность в такой продукции высокая. Население зоны составляет 62 млн человек, в том числе городского 51,3 млн, или 82,7%. В перспективе для полного обеспечения населения необходимо производить свыше 20 млн т молока, 1,6 млн т мяса крупного рогатого скота, или увеличить производство в два раза. В настоящее время производство молока сосредоточено в крупных и средних сельскохозяйственных предприятиях (85%). В крестьянско-фермерских хозяйствах производство молока не превышает 6% при товарности 61–66%.

Ключевые слова: лесная зона, крестьянско-фермерские хозяйства, животноводство, организация, кормопроизводство, корма.

In terms of resource potential, the forest zone of Russia is the main one for the commercial production of dairy and meat products of cattle. The need for such products is high. The population of the zone is 62 million people, including 51.3 million or 82.7% of the urban population. In the future, in order to fully provide the population, it is necessary to produce more than 20 million tons of milk, 1.6 million tons of

cattle meat, or double production. Currently, milk production is concentrated on large and medium-sized agricultural enterprises (85%). In peasant farms, milk production does not exceed 6% with a marketability of 61–66%.

Keywords: forest zone, peasant farms, animal husbandry, organization, fodder production, fodder.

В лесной зоне площадь сельскохозяйственных угодий составляет 37,7 млн га, в том числе пашни 26,0, природных кормовых угодий 12,0 млн га [1]. В настоящее время не используется в производстве около 9,0 млн га пашни (35%) и 5,6 млн га (47%) природных кормовых угодий [2]. При вовлечении в оборот неиспользуемых угодий и выделении из них около 60% (8,8 млн га) для производства кормов для молочно-мясного скота можно содержать 4,5–5,0 млн условных голов, из них примерно 2,4–2,7 млн дойных коров и производить до 10–11 млн т молока.

В решении проблемы производства молочно-мясной продукции важная роль должна принадлежать крестьянско-фермерским хозяйствам, которые позволяют рационально использовать агроландшафтные особенности лесной зоны [3]. Высокая степень залесенности территорий, переувлажнение, развитые озерные, болотные и речные системы, дискретность и мелкоконтурность сельскохозяйственных угодий в значительной степени определяют пределы концентрации животноводства, особенно на Европейском Севере и на значительной части среднетаежной зоны.

Эффективность производства в крестьянско-фермерских хозяйствах в значительной степени определяется рациональной организацией производства качественных кормов при минимально возможных затратах материально-технических средств. По обобщенным данным, в структуре затрат на производ-

ство молочно-мясной продукции корма занимают до 55–60% [5].

По характеру концентрации молочно-мясного животноводства в лесной зоне выделено четыре природно-сельскохозяйственные зоны [6]:

– лесотундрово-северотаежная с очаговым молочным животноводством на основе природных кормовых угодий;

– среднетаежная на основе природных кормовых угодий, включая пойменные земли, дополняемые посевами однолетних культур;

– южнотаежно-лесная с крупными мегаполисами г. Москвы и Санкт-Петербурга, промышленным центром Урала с благоприятными условиями для кормопроизводства на основе природных кормовых угодий, однолетних и многолетних культур зерновых на пахотных землях;

– лесостепная с наиболее благоприятными условиями для производства всех видов кормов на пахотных землях и ограниченным использованием природных кормовых угодий. В этой зоне конкуренцию молочному животноводству составляют товарное производство зерновых и технических культур.

Во всех природно-сельскохозяйственных зонах основу рациональных систем кормопроизводства в крестьянско-фермерских хозяйствах составляет *лугопастбищное хозяйство* на основе многолетних трав культурных и природных кормовых угодий. Многолетняя травянистая растительность в структуре угодий может занимать до 80–100% в се-

верных и до 50–60% в южных регионах. Биологические свойства и видовой состав многолетних трав позволяют с высокой экономической эффективностью использовать все разнообразие местообитаний и ландшафтных систем; производить все виды объемистых кормов (сено, сенаж, силос, травяная мука, зеленые корма) высокого качества для высокопродуктивных животных.

Важнейшим свойством многолетней травянистой растительности является возможность долголетнего использования без перезалужения. При соблюдении режимов пользования и системы удобрения высокая продуктивность трав сохраняется до 20-и и более лет, что позволяет сократить потребность в семенах в 3–4 раза, существенно снизить затраты на перезалужение. Высокий экономический эффект на сенокосах и пастбищах обеспечивают посевы бобовых видов и травосмесей с их участием. Так, при наличии в травостоях более 40% бобового компонента можно не применять дорогостоящие азотные удобрения и существенно увеличить обеспеченность объемистых кормов протеином.

Организационно система кормопроизводства включает культурные и природные сенокосы и пастбища, дополняемые возделыванием однолетних культур на прифермских пахотных землях.

Пастбища располагают в непосредственной близости от мест содержания скота. Перегоны скота более 2 км приводят к существенному снижению продуктивности. В состав пастбищных травостоев вводятся преимущественно низовые и полуверховые злаки (ежа сборная, райграс пастбищный, овсяница луговая и красная, лисохвост луговой, мятлик лу-

говой, фестулолиум, клевер ползучий, клевер красный, люцерна рогатый, клевер гибридный, люцерна желтая и др.). Отдельные виды пастбищных травостоев размножаются вегетативно (корневищные, корневищно-рыхлокустовые, корнеотпрысковые), что определяет их долготное использование. Основные требования к пастбищным травостоям: 4–5 циклов стравливания, быстрое отрастание после стравливания, устойчивость к вытаптыванию, содержание в зеленом корме 18–22% сухого вещества, 20–25% клетчатки, 15–18% сырого протеина; питательность 1 кг травы — 0,17–0,22 кормовой единицы [7].

В настоящее время вследствие недостатка материально-технических ресурсов широко используются для пастьбы скота и заготовки сена природные кормовые угодья. Продуктивность таких угодий в северных регионах не превышает 6–7, а в южных 8–10 ц/га кормовых единиц. Повысить продуктивность таких пастбищ с ценным травостоем можно применением минеральных удобрений и соблюдением режима выпаса животных. На деградированных угодьях (малоценные виды трав, сорняки, вредные и ядовитые растения) необходимо поверхностное или коренное улучшение с созданием ценных травостоев.

Пастбищное использование трав позволяет снизить затраты на производство зеленых кормов в 2–3 раза по сравнению с однолетними культурами, повышается качество молока, улучшается здоровье животных, в летний период снижается потребность в концентратах.

Пастбищный корм в течение вегетации поступает неравномерно. В первой половине вегетации обычно отмечают

излишки зеленой массы; во второй — интенсивность отрастания и продуктивность трав вследствие меньшей тепло- и влагообеспеченности, сокращения светового дня снижается. В таблице приве-

дены примерные данные потребности в пастбищных кормах и их поступления для коров и молодняка крупного рогатого скота для фермы на 100 молочных коров [8].

Таблица. Потребность в пастбищных кормах и их поступление за вегетационный период

Показатель	Месяц						Итого
	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	
Потребность, т	213	457	471	471	456	183	2251
Поступление, т	386	771	644	387	258	128	2574
Излишки, т	173	314	173	—	—	—	660
Недостаток, т	—	—	—	84	198	55	337

Так, для такого поголовья потребность в зеленых кормах составит 2251 т. Для обеспечения такого количества зеленых кормов потребуется примерно 112 га пастбищ с продуктивностью 20,0 т/га зеленой массы. В первой половине вегетации излишки зеленой массы можно использовать для приготовления сена или сенажа, а во второй половине — недостаток необходимо восполнять производством на приусадебных землях с тем, чтобы сохранить высокую продуктивность животных.

На приусадебных землях можно вводить трех- или четырехпольный севооборот для производства кормов в ранневесенний период до наступления пастбищного периода и во вторую половину вегетации, когда продуктивность пастбищ снижается. В такой севооборот целесообразно включать поле кормовых корнеплодов (кормовая свекла, брюква и др.) для стойлового содержания животных, а также поле овощей и картофеля для собственного потребления и на реализацию. Для производства зеленых кормов одно поле необходимо занимать озимыми (рожь, тритикале) с подсевом

весной вики озимой или яровой с райграсом однолетним. Первый урожай зеленых кормов обеспечивают озимые, второй — вика, райграс и отава ржи, третий — райграс однолетний. Эффективны также вико- и горохо-овсяные смеси с райграсом однолетним. Райграс однолетний обеспечивает до трех укосов качественных кормов, особенно по содержанию углеводов. Для обеспечения животных кормами до первых морозов можно высевать во второй половине вегетации холодостойкие крестоцветные культуры (рапс яровой и озимый, редька масличная, горчица белая). Посевы однолетних трав при необходимости можно использовать в пастбищном режиме. Пример такого севооборота: 1) однолетние травы на зеленый корм, 2) картофель, овощи, 3) кормовые корнеплоды. При необходимости в такой севооборот включаются посевы зернофуражных культур.

Сенокосы. Для производства качественных травянистых кормов эффективны культурные и природные сенокосы длительных сроков пользования. Сеяные травостой создаются на пахотно-

пригодных землях, при коренном улучшении выродившихся лугов, а также используются ценные естественные угодья (поймы рек и др.). В состав травосмесей включаются верховые (кострец безостый, тимофеевка луговая и др.) и полужерновые виды (ежа сборная, овсяница луговая, лисохвост луговой).

При недостаточной обеспеченности техническими средствами для уборки трав необходимо предусматривать создание ранне-, средне- и позднеспелых травостоев, что позволит убирать травы в оптимальные фазы (6–7 дней), получать корма высокого качества, особенно по обеспеченности протеином. Раннее звено создается на основе ежи сборной и лисохвоста лугового, среднее и позднее — костреца безостого, тимофеевки луговой, овсяницы луговой. На окультуренных почвах обязательным компонентом сенокосных травосмесей являются бобовые виды (клевер луговой, клевер гибридный, люцерна, люцернец рогатый и др.). При выпадении бобовых видов из травостоя применяется их подсев в дернину.

На отдельных участках можно возделывать козлятник восточный на сено или сенаж. Культура отличается долголетием (10 и более лет), высокой и устойчивой урожайностью семян и растительной массы, нетребовательна к почвам, очень рано отрастает весной. Для повышения качества растительного сырья козлятник лучше возделывать с кострецом безостым. Для отдельных хозяйств может представлять интерес группа малораспространенных кормовых культур (гречиха Вейриха и забайкальская, окопник, земляная груша, сильфия, маралий корень, кипрей узколистный), продолжительность использования плантаций которых составляет от 5

до 10 лет, отличающихся высокой урожайностью зеленой массы (350–600 ц/га) и содержанием сырого протеина в сухом веществе от 16 до 20%.

Таким образом, в лесной зоне наиболее эффективной и экономически целесообразной системой кормопроизводства в крестьянско-фермерских хозяйствах и других малых предприятиях по производству молочно-мясной продукции является травопольная или, вернее, травяная система, наиболее полно соответствующая почвенно-климатическим и ландшафтным условиям.

Организационно такая система включает:

- пастбища, преимущественно культурные, обеспечивающие высокую продуктивность животных в летний период и высокую экономическую эффективность;

- сенокосы естественные и культурные с ценным видовым составом травостоев для заготовки кормов (сено, сенаж, силос провяленный) на стойловый период. Высококачественные корма позволяют существенно сократить потребность в концентратах;

- приусадебный севооборот для дополнительного производства зеленых кормов, картофеля и овощей, кормовых корнеплодов и при необходимости зернофуража.

В лесной зоне продуктивность угодий предполагает обязательное применение органических и минеральных удобрений, известкование почв в соответствии с региональными рекомендациями.

На сенокосно-пастбищных травостоях наиболее эффективна минеральная система удобрений, на однолетних куль-

турах, особенно пропашных, — органоминеральная.

Таким образом, система кормопроизводства на основе многолетних трав позволяет организовать экономически эффективное, устойчивое и экологически безопасное производство молочно-мясной продукции в крестьянско-фермерских хозяйствах и других малых предприятиях.

Основные риски, связанные с орга-

низацией и эффективностью таких хозяйств, связаны с недостаточным выделением бюджетных средств на поддержку малых предприятий, конкуренцией со стороны крупных агрохолдингов, в значительной степени недоступностью к земельным и финансовым ресурсам, дефицитом семян, особенно многолетних трав, технических средств, адаптированных к агроландшафтным особенностям территорий.

Литература

1. Сельское хозяйство в России. 2023: Стат. сб. / Росстат. – М., 2023. – 103 с.
2. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2023 году. – М. : Росреестр, 2024. – 196 с.
3. Материалы совместного заседания межведомственного координационного совета РАН по исследованию в области агропромышленного производства и комплексного развития сельских территорий и комитета Совета Федерации по аграрно-продовольственной политике и природопользованию. – М. : РАН, 2023. – 94 с.
4. Рекомендации по развитию агропромышленного комплекса и сельских территорий Нечерноземной зоны Российской Федерации до 2030 года. Версия 2.0. / А.Л. Иванов, А.В. Петриков, В.И. Кирюшин [и др.]– М. : ООО «Издательство МБА», 2021. – 400 с.
5. Шпаков А.С. Системы кормопроизводства Центральной России: молочно-мясное животноводство. – М. : РАН, 2018. – 272 с.
6. Агроландшафтно-экологическое районирование природных кормовых угодий регионов России / И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева [и др.] // Вестник Московского университета. Серия 5: География. – 2024. – Т. 19, № 2. – С. 43–53.
7. Справочник по кормопроизводству. – 3-е издание, перераб. и доп. – М. : Россельхозакадемия, 2014. – 715 с.
8. Методическое руководство по организации кормопроизводства в специализированных хозяйствах по производству молока и мяса в Нечерноземной зоне России/ В.М. Косолапов, А.С. Шпаков, Н.А. Ларетин [и др.].. – М. : Типография Россельхозакадемии, 2014. – 57 с.

References

1. Sel'skoye khozyaystvo v Rossii. 2023: Statisticheskiy sbornik [Agriculture in Russia. 2023: Statistical Digest]. Moscow, Rosstat Publ., 2023, 103 p.
2. Gosudarstvennyy (natsional'nyy) doklad o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' v Rossiyskoy Federatsii v 2023 godu [State (national) report on the state and use of land in the Russian Federation in 2023]. Moscow, Rosreestr Publ., 2024, 196 p.
3. Materialy sovmestnogo zasedaniya mezhvedomstvennogo koordinatsionnogo soveta RAN po issledovaniyu v oblasti agropromyshlennogo proizvodstva i kompleksnogo razvitiya sel'skikh territoriy i komiteta Soveta Federatsii po agrarno-prodovol'stvennoy politike i prirodopol'zovaniyu [Proceedings of the joint meeting of the interdepartmental coordinating council of the Russian Academy of Sciences for research in the field of agro-industrial production and integrated development of rural areas and the

- Federation Council Committee on Agrarian and Food Policy and Nature Management]. Moscow, RAS Publ., 2023, 94 p.
4. Ivanov A.L., Petrikov A.V., Kiryushin V.I. et al. Rekomendatsii po razvitiyu agropromyshlennogo kompleksa i sel'skikh territoriy Nechernozemnoy zony Rossiyskoy Federatsii do 2030 goda. Versiya 2,0 [Recommendations for the development of the agro-industrial complex and rural territories of the Non-Black Earth Zone of the Russian Federation until 2030. Version 2.0]. Moscow, 2021, 400 p.
 5. Shpakov A.S. Sistemy kormoproizvodstva Tsentral'noy Rossii: molochno-myasnoye skotovodstvo [System of fodder production in Central Russia: dairy and beef cattle]. Moscow, 2018, 272 p.
 6. Trofimov I.A., Trofimova L.S., Yakovleva E.P. et al. Agrolandshaftno-ekologicheskoye rayonirovaniye yestestvennykh kormovykh ugodiy regionov Rossii [Agrolandscape-ecological zoning of natural forage lands in Russian regions]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5: Geografiya* [Bulletin of Moscow University. Series 5: Geography]. 2024, vol. 19, no. 2, pp. 43–53.
 7. Spravochnik po kormoproizvodstvu [Handbook of forage production]. Moscow, Rosselkhozakademiya Publ., 2014, 715 p.
 8. Kosolapov V.M., Shpakov A.S., Laretin N.A. et al. Metodicheskoye rukovodstvo po organizatsii kormoproizvodstva v spetsializirovannykh khozyaystvakh po proizvodstvu moloka i myasa v Nechernozemnoy zone Rossii [Methodological guidelines for organizing feed production in specialized farms for the production of milk and meat in the Non-Black Earth Zone of Russia]. Moscow, Tipografiya Rosselkhozakademii Publ., 2014, 57 p.

Редакционный совет

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

Editorial Council

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

№ 4 (декабрь) 2024

Гарнитура: Times New Roman

Размер: 2,6 МВ

