

АФР АДАПТИВНОЕ КОРМОПРОИЗВОДСТВО

Научный журнал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», № 3 (сентябрь) 2023



**НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ
«АДАПТИВНОЕ КОРМОПРОИЗВОДСТВО»
№ 3 (сентябрь) 2023**

DOI: <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2023-3>

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**

№ 3 (September) 2023

DOI: <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2023-3>

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

СОХРАНЕНИЕ ЗЕМЛИ, ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ И МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ ДЛЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ (к 160-летию со дня рождения Василия Робертовича Вильямса)	6–14
Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»	
РАЗВИТИЕ УЧЕНИЯ В.Р. ВИЛЬЯМСА ПО НАУЧНЫМ ОСНОВАМ ЛУГОВОДСТВА (К 160-летию академика Василия Робертовича Вильямса)	15–23
Привалова К.Н. ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»	
ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА ФИТОЦЕНОЗА ДОЛГОЛЕТНЕГО СЕНОКОСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИЕМОВ УЛУЧШЕНИЯ	24–30
Родионова А.В., Седова Е.Г., Тебердиев Д.М. ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»	
БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И НАПРАВЛЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ ВИДОВ ПОЛЕВИЦЫ (<i>Agrostis</i> L.)	31–49
Золотарев В.Н. ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»	
БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ХОЗЯЙСТВЕННО ПОЛЕЗНЫЕ ПРИЗНАКИ СОРТОВ ПОЛЕВИЦЫ ГИГАНТСКОЙ ЧАРА И АЛЬБА	50–62
Золотарев В.Н. ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»	
СЕЛЕКЦИЯ ЖЕЛТОГО ЛЮПИНА НА ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫЕ ПРИЗНАКИ	63–68
Драганская М.Г., Лищенко П.Ю. Новозыбковская СХОС – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»	
ПРОБЛЕМА АЭРОБНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПРИ ЗАГОТОВКЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИИ КУКУРУЗНОГО СИЛОСА	69–87
Кучин Н.Н. ГБОУ ВО Нижегородский инженерно-экономический университет	
Памяти ИВАНА МИХАЙЛОВИЧА ШАТСКОГО	88–90

CONTENT

CONSERVATION OF LAND, SOIL FERTILITY AND PERENNIAL GRASSES FOR RATIONAL USE OF NATURAL RESOURCES IN AGRICULTURE (To the 160th anniversary of the birth of Vasily Robertovich Williams)	6–14
Trofimov I.A., Trofimova L.S., Yakovleva E.P. <i>Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology</i>	
DEVELOPMENT OF THE DOCTRINE OF V.R. WILLIAMS OF THE SCIENTIFIC BASIS OF MEADOW PRODUCTION (To the 160th anniversary of Academician Vasily Robertovich Williams)	15–23
Privalova K.N. <i>Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology</i>	
CHANGES IN THE COMPOSITION OF PHYTOCENOSIS LONG-TERM HAYFIELDS DEPENDING ON APPLYING IMPROVEMENT METHODS.....	24–30
Rodionova A.V., Sedova E.G., Teberdiev D.M. <i>Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology</i>	
BIOLOGICAL FEATURES AND DIRECTIONS BREEDING OF BENTGRASS (<i>Agrostis</i> L.) SPECIES.....	31–49
Zolotarev V.N. <i>Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology</i>	
BIOLOGICAL AND ECONOMICALLY USEFUL FEATURES OF RED TOP VARIETIES CHARA AND ALBA	50–62
Zolotarev V.N. <i>Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology</i>	
SELECTION OF YELLOW LUPINE FOR ECONOMICALLY VALUABLE TRAITS.....	63–68
Draganskaya M.G., Lishchenko P.Yu. <i>Novozybkov Agricultural Experimental Station – branch of Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology</i>	
PROBLEM OF AEROBIC STABILITY IN THE HARVESTING AND USE OF CORN SILOS	69–87
Kuchin N.N. <i>State Budgetary Educational Institution of Higher Education Nizhny Novgorod University of Engineering and Economics</i>	
In memory of IVAN MIKHAILOVICH SHATSKY	88–90

УДК 631/635; 502/504; 911

DOI: <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2023-3-6-14>

**СОХРАНЕНИЕ ЗЕМЛИ, ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ И МНОГОЛЕТНИХ
ТРАВ ДЛЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

(к 160-летию со дня рождения Василия Робертовича Вильямса)

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

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

**CONSERVATION OF LAND, SOIL FERTILITY AND PERENNIAL
GRASSES FOR RATIONAL USE OF NATURAL RESOURCES
IN AGRICULTURE**

(To the 160th anniversary of the birth of Vasily Robertovich Williams)

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

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

Василий Робертович Вильямс — выдающийся русский ученый глобального масштаба и ответственного государственного подхода к своему делу. Всю свою жизнь он посвятил решению важнейшей проблемы обеспечения продовольственной и экологической безопасности страны. Для достижения этой цели он ставил и решал следующие задачи: научное обеспечение устойчивого развития и стабильности отечественного сельского хозяйства, сельскохозяйственных земель и агроландшафтов; сбалансированности земледелия, растениеводства и животноводства; повышения плодородия почв. Своим приоритетом он считал необходимость развивать почвоведение в тесной связи с решением практических задач получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур. В.Р. Вильямсом внесено много важнейших элементов в докучаевское учение о почве и почвообразовании. Им открыты новые стороны в понимании почвы, значение многолетних трав в формировании почвенного плодородия, создана новая наука — луговедение, усовершенствованы основы управления агроландшафтами. Его научные труды охватили широкий круг вопросов почвоведения, биологии, географии, земледелия, луговедения, сельскохозяйственной науки. В.Р. Вильямс основал биологическое направление в изучении почв, разработал учение о биологическом круговороте веществ, о сущности единого почвообразовательного процесса, об органическом веществе почвы. Значительный вклад в управление и рациональное природопользование сельскохозяйственными землями и агроландшафтами вносит травопольная система земледе-

лия В.Р. Вильямса, которую он назвал именами своих учителей — «Докучаева – Костычева – Вильямса».

Ключевые слова: биологическое почвоведение, земледелие, луговедение, многолетние травы, агроландшафты, управление.

Vasily Robertovich Williams is an outstanding Russian scientist of global scale and responsible state approach to his work. He devoted his life to solving the most important problem of ensuring food and environmental security of the country. To achieve this goal, he set and solved the following tasks: scientific support of sustainable development and stability of domestic agriculture, agricultural lands and agricultural landscapes; balance of agriculture, crop production and animal husbandry; increasing soil fertility. His priority was the need to develop soil science in close connection with solving practical problems of obtaining high and sustainable yields of agricultural crops. V.R. Williams introduced many important elements into the Dokuchaev doctrine of soil and soil formation. He discovered new sides in understanding the soil, the importance of perennial grasses in the formation of soil fertility, created a new science about meadows, improved the basics of agricultural landscape management. His scientific works covered a wide range of issues of soil science, biology, geography, agriculture, meadow science, agricultural science. V.R. Williams founded the biological direction in the study of soils, developed the doctrine of the biological cycle of substances, about the essence of a single soil-forming process, about the organic matter of the soil. A significant contribution to the management and rational use of agricultural lands and agricultural landscapes is made by the grass-field farming system of V.R. Williams, which he named after his teachers — "Dokuchaev – Kostychev – Williams".

Keywords: biological soil science, agriculture, meadow science, perennial grasses, agricultural landscapes, management.

Имя Василия Робертовича Вильямса навечно вписано в историю отечественной и мировой науки. В главном здании МГУ им. М.В. Ломоносова, на втором этаже среди барельефов великих ученых Государства Российского (М.В. Ломоносова, Д.И. Менделеева, В.И. Вернадского) есть и барельеф В.Р. Вильямса. А на самом верху главного здания, в Научно-учебном Музее Землеведения МГУ имени М.В. Ломоносова, установлен его бронзовый бюст (рис. 1) [1].

По мнению ректора МГУ имени М.В. Ломоносова, академика РАН В.А. Садовничева: «Вузовские музеи — это центры целенаправленной передачи знаний, формирования мировоззрения, нравственного и эстетического воспитания студентов».

Памятник В.Р. Вильямсу установлен

в крупнейшем сельскохозяйственном вузе страны РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, который он возглавлял с 1922 по 1925 гг. и где работал многие годы (рис. 2) [2].

В РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева создан Почвенно-агрономический музей имени В.Р. Вильямса, где собраны коллекции почв, растений, горных пород и других экспонатов, характеризующих разные природные зоны и ландшафты, из его экспедиций по всей нашей стране. На площади перед ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», созданном в 1922 г. как Государственный луговой институт, установлен бюст В.Р. Вильямса (рис. 3). В 1930 г. Государственный луговой институт был переименован во Всесоюзный, в 1991 г. — во Всероссийский НИИ кормов имени В.Р. Вильямса.



Рис. 1. Вильямс Василий Робертович (1863–1939), российский почвовед, основатель биологического направления в почвоведении, академик АН СССР (1931), АН Белоруссии (1929) и ВАСХНИЛ (1935).

Труды по вопросам агрономического почвоведения.

Разработал травопольную систему земледелия.

Премия им. В.И. Ленина (1931).

Бюст (бронза). Скульптор А.И. Сергеев (МГУ им. М.В. Ломоносова)

В честь В.Р. Вильямса названы улицы в Уфе, Казани, Перми, Брянске, Туле, Липецке, Петропавловске, Пензе, Астрахани, Омске, Минске, Могилеве, Алма-Ате и в других городах.

В 2015 г. Российской АН учреждена Золотая медаль имени В.Р. Вильямса, научная награда, присуждаемая за выдающиеся работы в области общего зем-

леделия и кормопроизводства.

Василий Робертович Вильямс — выдающийся русский ученый глобального масштаба и ответственного государственного подхода к своему делу. Всю свою жизнь он посвятил решению важнейшей проблемы обеспечения продовольственной и экологической безопасности страны.



**Рис. 2. Памятник Василию Робертовичу Вильямсу
в РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева**



**Рис. 3. Бюст В.Р. Вильямса в ФГБНУ «Федеральный научный центр
кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса», г. Лобня, Россия**

Для достижения этой цели В.Р. Вильямс ставил и решал следующие задачи: научное обеспечение устойчивого развития и стабильности отечественного сельского хозяйства, сельскохозяйственных земель и агроландшафтов; сбалансированности земледелия, растениеводства и животноводства; повышения плодородия почв.

Он с первых же шагов поставил перед собой основную задачу: развивать почвоведение в тесной связи с решением практических задач получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Василий Робертович Вильямс родился в Москве 27 сентября (9 октября по новому стилю) 1863 г. в семье инженера-строителя Октябрьской (бывшей Николаевской) железной дороги.

Свою научную деятельность он начал в 1885 г., будучи еще студентом Петровской земледельческой и лесной академии (ныне РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева). Особенно он интересовался химией и почвоведением.

В 1891 г. В.Р. Вильямс приступил к самостоятельному чтению курса общего земледелия с основами почвоведения, селекции и сельскохозяйственного машиноведения.

Своим учителем и единомышленником В.Р. Вильямс считал В.В. Докучаева, который создал учение о почве и зонах природы. В.В. Докучаев показал природные закономерности почвообразования, влияние сельскохозяйственной деятельности на почвообразование, заложил основы системного подхода к управлению сельскохозяйственными землями и агроландшафтами [3; 4].

В.Р. Вильямсом внесено много важ-

нейших элементов в докучаевское учение о почве и почвообразовании. Им открыты новые стороны в понимании почвы, значение многолетних трав в формировании почвенного плодородия, методологии почвоведения, создана новая наука — луговедение, усовершенствованы заложенные В.В. Докучаевым основы управления агроландшафтами. Его научные труды охватили широкий круг вопросов почвоведения, биологии, географии, земледелия, луговедения, сельскохозяйственной науки, обогатили науку новыми теориями и оригинальными методами исследования [5; 6].

По мнению академика Б. Б. Полынова, два исключительно выдающихся представителя нашей отечественной науки В.В. Докучаев и В.Р. Вильямс сыграли огромную роль в развитии естествознания и сельского хозяйства [7].

Характерное для В.Р. Вильямса широкое докучаевское понимание почвенных процессов приводило его на всех этапах творческой деятельности к изучению связей между горными породами, организмами, водами, атмосферой, то есть к изучению ландшафта в целом.

В.Р. Вильямс основал биологическое направление в изучении почв, разработал учение о биологическом круговороте веществ, о сущности почвообразовательного процесса, об органическом веществе почвы, о едином почвообразовательном процессе. Впервые он сформулировал понятие о растительных формациях применительно к почвоведению как о природных сообществах высших растений и микроорганизмов. Впервые он развил представление о почвообразовании как о сложном сочетании противоположных процессов: окислительного

аэробного и восстановительного анаэробного, поступления и испарения влаги, поглощения элементов питания корнями растений и вымывания их из сферы почвообразования. Он является разработчиком лизиметрического метода, ряда крупных разделов теории почвообразовательного процесса, плодородия почв.

В.Р. Вильямс рассматривал плодородие как важнейшее свойство почвы. Почва, ее плодородие, как основное средство производства в сельском хозяйстве, требуют исключительно бережного отношения к почвенным ресурсам и постоянной заботы о повышении плодородия почв [8; 9].

Он стремился глубже понять сущность почвенного плодородия, исходя из потребностей растений в физиологических факторах их жизни (свет, тепло, вода, воздух, элементы питания и т. д.), и особо подчеркивал значение воды и пищи как факторов, наиболее поддающихся управлению (агротехническому и мелиоративному регулированию).

Особая роль в почвообразовании принадлежит живым организмам, прежде всего зеленым растениям и микроорганизмам. Благодаря их воздействию осуществляются важнейшие процессы превращения горной породы в почву и формирование ее плодородия, в том числе, концентрация элементов зольного и азотного питания растений, синтез и разрушение органического вещества, взаимодействие продуктов жизнедеятельности растений и микроорганизмов с минеральными соединениями породы и т. п.

Важнейшую роль микроорганизмов в разрушении горных пород и почвообразовании подтвердил также и ученик

В.В. Докучаева, академик В.И. Вернадский [10].

В.Р. Вильямс, изучив шаг за шагом функционирование однолетних и многолетних трав, их корневых систем, аэробных и анаэробных микроорганизмов, выяснил те кардинальные изменения почвы, которые они производят и которые не ограничиваются накоплением перегноя, продуктов его разложения и превращения. Они создают изменения и в режиме влажности почвы, и в режиме минерального и органического питания растений.

Важнейшим элементом учения о почве, принадлежащим исключительно В.Р. Вильямсу, является представление о развитии почв как о сложном сочетании прямо противоположных процессов: синтеза и распада органических соединений, окислительного аэробного и восстановительного анаэробного разложения органического вещества, поглощения и испарения влаги, поглощения элементов минерального питания корнями растений и вымывания их из почвы. Постоянное течение этих противоположных процессов является главным двигателем развития почв. Они обуславливают изменение свойств почв, их облика и смену растительности.

Сущность почвообразования, по В.Р. Вильямсу, определяется как диалектическое взаимодействие процессов синтеза и разложения органического вещества, протекающее в системе малого биологического круговорота веществ.

В.Р. Вильямсом разработано учение о роли человека как фактора почвообразования и учение об эффективном плодородии почв. Важнейшее место в этих учениях занимала проблема управления

почвенной структурой. Практика сельского хозяйства постоянно подтверждала преимущество структурных, комковатых почв перед плотными. Поддержание комковатой или зернистой структуры почвы является одной из важнейших задач земледелия.

Каждый комок или зерно почвы, который цементирует органическое вещество, непосредственно соприкасается с воздухом только своей поверхностью. Поэтому и органическое вещество подвергается аэробному разложению только с поверхности, и образование доступных растворению элементов минерального питания происходит только на поверхности. Внутри же комка, где протекает анаэробный процесс неполного разложения, эти элементы сохраняются и длительное время поддерживают плодородие почвы.

В.Р. Вильямс обращает внимание на роль структурных почв в регулировании стока вешних вод. «При бесструктурной почве получаются колоссальные разливы рек весной и полное безводье летом». При структурной же почве «нет бесполезной потери воды, устраняются вредные последствия засухи, и питание рек поддерживается в течение всего лета». Здесь он говорит уже не о структурных почвах отдельных полей или хозяйств, а о крупных территориях агроландшафтов, играющих важнейшую роль в водном и сельском хозяйстве всей страны.

Особое место в трудах В.Р. Вильямса занимают луговедение, луговое хозяйство и процессы взаимодействия луговой растительности с почвой (дерновый процесс). В.Р. Вильямсом установлена важнейшая роль многолетних луговых трав в накоплении гумуса, формировании аг-

рономически ценной структуры и в целом плодородия почв [11].

Изучая корневые системы трав и их роль в почвообразовании, В.Р. Вильямс устанавливает важнейшую роль травосмесей из многолетних злаковых и бобовых трав. Травы снабжают почвы достаточным количеством перегноя и кальция, необходимых для образования почвенной структуры, и обеспечивают создание достаточно мощного структурного слоя почвы. Травосмеси из многолетних злаковых и бобовых трав позволяют управлять структурой и плодородием почв. В луговой стадии почвообразования плодородие почв достигает наибольшей эффективности.

В.Р. Вильямс установил необходимость сбалансированности различных сельскохозяйственных культур в структуре посевных площадей и севооборотах. «При непрерывной культуре хлебных растений самое ценное свойство почвы (*плодородие*) стремится к падению... Только корневая система многолетних растений способна взять на себя эту роль воссоздания прочности почвы» [12].

Самой большой заслугой В.Р. Вильямса является разработка и создание единой системы управления сельскохозяйственными землями и агроландшафтами, где управление плодородием почв, лугами, структурой земель и агроландшафтов являются только отдельными блоками [13; 14].

Травопольная система земледелия В.Р. Вильямса, которую он назвал именами своих учителей — «Докучаева — Костычева — Вильямса», вносит значительный вклад в управление и рациональное природопользование сельскохозяй-

зяйственными землями и агроландшафтами. Она включает учение о восстановлении и повышении плодородия почвы, системе обработки почвы, удобрений, о создании инфраструктуры агроландшафта, размещении угодий по элементам рельефа. Она включает также учение об

организации всей сельскохозяйственной территории (агроландшафтах) с научно обоснованным размещением на ней лугов, полей, лесов, полезащитных лесных насаждений и водоемов и правильной организацией сельского хозяйства на обширной территории.

Литература

1. Вильямс Василий Робертович (бюст). Научно-учебный Музей Землеведения МГУ имени М.В. Ломоносова. – URL: <http://www.mes.msu.ru/25-etazh/zal-17-chast-zala-20-prirodnaya-zonalnost-i-ejo-komponenty/28-o-muzee/ekspozitsiya/25-etazh-prirodnye-zony/92> (дата обращения 01.08.2023).
2. Памятник Вильямсу Василию Робертовичу в РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Вильямс,_Василий_Робертович (дата обращения 01.08.2023).
3. Докучаев В.В. Наши степи прежде и теперь. – М. : Сельхозгиз, 1953. – 152 с.
4. Докучаев В.В. Русский чернозем. – М.–Л. : ОГИЗ – Сельхозгиз, 1936. – 551 с.
5. Они открывали Землю! Докучаев Василий Васильевич. – URL: <http://i.geo-site.ru/node/203> (дата обращения 11.07.2023).
6. Они открывали Землю! Вильямс Василий Робертович. – URL: <http://i.geo-site.ru/node/190> (дата обращения 21.07.2023).
7. Польшов Б.Б. Роль В.В. Докучаева и В.Р. Вильямса в естествознании и сельском хозяйстве // Академик Б.Б. Польшов. Избранные труды. – М. : Изд-во АН СССР, 1956. – С. 726–740.
8. Вильямс В.Р. Общее земледелие с основами почвоведения. – М. : Сельхозгиз, 1931. – 376 с.
9. Вильямс В.Р. Основы земледелия. – М. : ОГИЗ – Сельхозгиз, 1948. – 224 с.
10. Они открывали Землю! Вернадский Владимир Иванович. – URL: <http://i.geo-site.ru/node/24> (дата обращения 15.07.2023).
11. Вильямс В.Р. Естественно-научные основы луговодства или луговедение (Приложение основ почвоведения к культуре многолетних травянистых растений и естественной кормовой площади). – М. : Изд-во Наркомзема «Новая деревня», 1922. – 298 с.
12. Вильямс В.Р. План организации курсов департамента земледелия при Московском сельскохозяйственном институте для подготовки специалистов по луговодству и культуре кормовых растений, показательного хозяйства при них и объяснительная к нему записка. – М. : Типолит. В. Рихтеръ, Тверская, Мамоновский пер., соб. домъ., 1915. – 62 с.
13. История науки. Василий Робертович Вильямс / В.М. Косолапов, чл.-корр. Россельхозакадемии, доктор с.-х. наук, И.А. Трофимов, доктор географ. наук, Л.С. Трофимова, кандидат с.-х. наук, Е. П. Яковлева, ст. науч. сотр.; ГНУ ВИК Россельхозакадемии. – М. : Россельхозакадемия, 2011. – 76 с.
14. Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Переход к устойчивому, высокопродуктивному и экологически чистому сельскому хозяйству // Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2021. – № 4. – С. 9–15.

References

1. Vil'yams Vasilii Robertovich (byust). Nauchno-uchebnyi Muzei Zemlevedeniya MGU imeni M.V. Lomonosova [Williams Vasily Robertovich (bust). Scientific and Educational Museum of Geography of Moscow State University named after M.V. Lomonosov]. URL:

- <http://www.mes.msu.ru/25-etazh/zal-17-chast-zala-20-prirodnaya-zonalnost-i-ejo-komponenty/28-omuzee/ekspozitsiya/25-etazh-prirodnye-zony/92> (accessibly 01.08.2023).
2. Pamyatnik Vil'yamsu Vasiliyu Robertovichu v RGAU–MSKhA imeni K.A. Timiryazeva [Monument to Williams Vasily Robertovich in the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Vil'yams,_Vasilii_Robertovich (accessibly 01.08.2023).
 3. Dokuchaev V.V. Nashi stepi prezhde i teper' [Our steppes before and now]. Moscow, Sel'khozgiz Publ., 1953, 152 p.
 4. Dokuchaev V.V. Russkiy chernozem [Russian chernozem]. Moscow–Leningrad, OGIZ – Sel'khozgiz Publ., 1936, 551 p.
 5. Oni otkryvali Zemlyu! Dokuchaev Vasiliy Vasil'evich [They discovered the Earth! Dokuchaev Vasily Vasilievich]. URL: <http://i.geo-site.ru/node/203> (accessibly 11.07.2023).
 6. Oni otkryvali Zemlyu! Vil'yams Vasiliy Robertovich [They discovered the Earth! Williams Vasily Robertovich]. URL: <http://i.geo-site.ru/node/190> (accessibly 21.07.2023).
 7. Polynov B.B. Rol' V.V. Dokuchaeva i V.R. Vil'yamsa v estestvoznanii i sel'skom khozyaystve [The role of V.V. Dokuchaev and V.R. Williams in natural science and agriculture]. *Akademik B.B. Polynov. Izbrannye trudy [Academician B.B. Polynov. Selected writings]*. Moscow, 1956, pp. 726–740.
 8. Vil'yams V.R. Obshchee zemledelie s osnovami pochvovedeniya [General farming with the basics of soil science]. Moscow, Sel'khozgiz Publ., 1931, 376 p.
 9. Vil'yams V.R. Osnovy zemledeliya [Farming Basics]. Moscow, OGIZ – Sel'khozgiz Publ., 1948, 224 p.
 10. Oni otkryvali Zemlyu! Vernadskiy Vladimir Ivanovich [They discovered the Earth! Vernadsky Vladimir Ivanovich]. URL: <http://i.geo-site.ru/node/24> (accessibly 15.07.2023).
 11. Vil'yams V.R. Estestvenno-nauchnye osnovy lugovodstva ili lugovedenie (Prilozhenie osnov pochvovedeniya k kul'ture mnogoletnikh travyanistykh rastenii i estestvennoi kormovoi ploshchadi) [Natural science fundamentals of meadow farming or meadow science (Application of the fundamentals of soil science to the culture of perennial herbaceous plants and natural forage area)]. Moscow, Novaya derevnya Publ., 1922, 298 p.
 12. Vil'yams V.R. Plan organizatsii kursov departamenta zemledeliya pri Moskovskom sel'skokhozyaistvennom institute dlya podgotovki spetsialistov po lugovodstvu i kul'ture kormovykh rastenii, pokazatel'nogo khozyaistva pri nikh i obyasnitel'naya k nemu zapiska [Plan for the organization of courses of the Department of Agriculture at the Moscow Agricultural Institute for the training of specialists in grassland and forage crops, demonstration farming with them and an explanatory note to it]. Moscow, 1915, 62 p.
 13. Kosolapov V.M., Trofimov I.A., Trofimova L.S., Yakovleva E.P. Istoriya nauki. Vasiliy Robertovich Vil'yams [History of science. Vasily Robertovich Williams]. GNU VIK Rossel'hozakademii. Moscow, Rossel'hozakademiya Publ., 2011, 76 p.
 14. Trofimov I.A., Trofimova L.S., Yakovleva E.P. Perekhod k ustoychivomu, vysokoproduktivnomu i ekologicheski chistomu sel'skomu khozyaystvu [Transition to sustainable, highly productive and environmentally friendly agriculture]. *Ispol'zovanie i okhrana prirodnnykh resursov v Rossii [Use and protection of natural resources in Russia]*, 2021, no 4, pp. 9–15.

УДК 631/635; 502/504; 911

DOI: <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2023-3-15-23>

**РАЗВИТИЕ УЧЕНИЯ В.Р. ВИЛЬЯМСА
ПО НАУЧНЫМ ОСНОВАМ ЛУГОВОДСТВА
(К 160-летию академика Василия Робертовича Вильямса)**

К.Н. Привалова, доктор сельскохозяйственных наук

ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»

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

vik_lugovod@bk.ru

**DEVELOPMENT OF THE DOCTRINE OF V.R. WILLIAMS
OF THE SCIENTIFIC BASIS OF MEADOW PRODUCTION
(To the 160th anniversary of Academician Vasily Robertovich Williams)**

K.N. Privalova, Doctor of Agricultural Sciences

Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology

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

vik_lugovod@bk.ru

Идеи академика В.Р. Вильямса послужили основой развития луговедения и луговодства в нашей стране. Он дал всестороннюю оценку луга как элемента географического агроландшафта. Его интересовали исследования луговой флоры, ее местообитания, почв, природных лугов, способов их улучшения. На кафедре почвоведения и земледелия Московского сельскохозяйственного института профессор В.Р. Вильямс читал курсы по луговодству и культуре кормовых растений. Исследования по луговедению и луговодству явились основой создания показательного хозяйства, станции, а в 1922 г. — Государственного лугового института. На протяжении всей истории развития института они оставались и остаются в числе важнейших направлений его научных исследований. В.Р. Вильямс обосновал ведущую роль многолетних трав в жизнедеятельности луговых сообществ, в продукционном и почвообразовательном процессах. Он ввел понятие о типах кущения злаков — корневищный, рыхло- и плотнокустовой. В условиях культурного луговодства благодаря длительному сохранению первой и второй стадий развития луга (корневищной и рыхлокустовой) обеспечивается устойчивое продуктивное долголетие фитоценозов. Важной заслугой В.Р. Вильямса является изучение дерновообразовательного процесса — взаимодействия луговой растительности с почвой. Учение В.Р. Вильямса о дерновом процессе являлось предпосылкой для разработки травопольной системы земледелия, а также для создания краткосрочных сеяных травостоев в лугопастбищных севооборотах.

Ключевые слова: луговедение, луговодство, исследования, многолетние травы, почвы.

The ideas of academician V.R. Williams served as the basis for the development of meadow science and meadow farming in our country. He gave a comprehensive assessment of the meadow as an element of the geographical agricultural landscape. He was interested in studies of meadow flora, its habitat, soils, natural meadows, and ways to improve them. At the Department of Soil Science and Agriculture of the Moscow Agricultural Institute, Professor V.R. Williams taught courses on meadow farming and forage plant culture. Research on meadow science and meadow farming was the foundation for the creation of a

demonstration farm, a station, and the State Meadow Institute in 1922. Throughout the history of the Institute's development, they have remained and remain among its most important areas of scientific research. V.R. Williams proved the leading role of perennial grasses in the vital activity of meadow communities, in the productive and soil-forming processes. He introduced the concept of the types of tillering of cereals — rhizomatous, loose and dense. In the conditions of cultivated grassland, due to the long-term preservation of the first and second stages of the development of the meadow (rhizome and loose shrub), stable productive longevity of phytocenoses is ensured. An important merit of V.R. Williams is the study of the sod-forming process — the interaction of meadow vegetation with soil. The teaching of V.R. Williams about the turf process was a prerequisite for the development of a grass-field system of agriculture, as well as for the creation of short-term sown grass stands in grassland crop rotations.

Keywords: meadow science, meadow farming, research, perennial grasses, soils.

В 1922 г. в издательстве Наркомзема «Новая деревня» вышла книга В.Р. Вильямса «Естественно-научные основы луговодства или луговедение», в которой были изложены научные идеи развития отечественного луговодства, послужившие началом становления этой отрасли как нового направления науки. Академиком В.Р. Вильямсом обоснованы положения современного луговедения по вопросам биологических и экологических особенностей многолетних трав, кормовых растений аридных зон, состава естественных травостоев и сеяных фитоценозов, их реакции на различные природные и антропогенные факторы. В книге В.Р. Вильямс дал всестороннюю оценку луга, охарактеризовав его как сложное природное явление, как элемент географического агроландшафта [1; 2].

За основу луговодства В.Р. Вильямс принял «...не изучение отдельных представителей луговой флоры, а исследования лугов, как особой группы сложных природных комплексов, во всей совокупности их свойств и отношений к тем явлениям, которые определяют существование на них луговых растительных сообществ — автотрофов и гетеротрофов». Впоследствии это положение стало основой научных работ о биогеоцено-

зах в трудах В.Н. Сукачева, Д.Г. Раменского, Т.А. Работнова и других ученых [3; 4].

В.Р. Вильямс был одним из первых русских ученых, проявивших интерес к луговой флоре, природным лугам, способам их улучшения. С 1894 г. он читал в Московском сельскохозяйственном институте курс лекций по луговодству, которые были опубликованы в 1901 г. Однако к тому времени в стране еще не было научных исследований по биологии луговой растительности, биологии почв, системе рационального улучшения лугов. Поэтому из-за отсутствия отечественной практики значительная часть лекций была подготовлена на основе использования западноевропейского опыта, к которому В.Р. Вильямс относился достаточно критически и постоянно совершенствовал вопросы развития луговодства в нашей стране.

Летом 1910 г. В.Р. Вильямс со студентами выехали из Москвы в Муром для обследования луговых массивов. Они начали подробно изучать большие площади лугов в окрестностях города Мурома: делали описание растительности, гербаризировали наиболее интересные виды растений, изучали корневые системы разных представителей луговой флоры, брали образцы почв и монолиты.

Впоследствии в результате многочисленных экспедиций по обследованию пойм главных рек была создана научная классификация пойменных лугов. Были выявлены три типа лугов: высокого, среднего и низкого уровня, что послужило основой размещения сенокосов на долгопоемных, а пастбищ — на короткопоемных местоположениях.

В 1904 г. В.Р. Вильямс создает коллекцию злаковых и бобовых трав (питомник), которая считалась самой обширной в мире (3000 видов) и долгое время выполняла функции лаборатории для разработки проблем луговодства. В.Р. Вильямс пишет докладные записки в департамент земледелия о бедственном положении лугов в России и в 1911 г. добивается организации краткосрочных курсов по луговодству при лаборатории почвоведения; а в 1913 г. при кафедре земледелия открываются постоянные «курсы для подготовки специалистов по луговодству и культуре кормовых растений». Заведующий курсами В.Р. Вильямс развернул большую работу: изучались собранные монолиты почв, использовался богатейший биологический гербарий Вильямса, коллекции семян кормовых растений.

По предложению В.Р. Вильямса в 1914 г. Качалкинская лесная дача под Москвой была отведена под организацию показательного лугового хозяйства, а затем в 1917 г. — станции по луговодству и культуре кормовых культур. В.Р. Вильямс руководил лично всеми работами: строительством, организацией лабораторий, их оснащением, закладкой опытных участков и питомников. В 1922 г. станция была преобразована в Государственный луговой институт, в котором В.Р. Вильямс до 1928 г. заведовал отделом геоботанических экспеди-

ций и руководил экспериментальными исследованиями по луговедению.

Постановлением коллегии Наркомзема РСФСР от 5 апреля 1924 г., признавая большие заслуги В.Р. Вильямса в изучении почв и лугов и в создании русской школы почвоведения и луговодства, Государственному луговому институту присвоено имя профессора Василия Робертовича Вильямса.

В 1920-е гг. сотрудниками Института проведены исследования обширных природных угодий, изучены большие массивы лугов в поймах рек Европейской равнины и Сибири, а также крупные массивы болот в Вологодской, Ярославской, Архангельской и других областях европейской части страны, а также в областях Сибири.

В книге В.Р. Вильямса «Естественно-научные основы луговодства или луговедение» была обоснована ведущая роль многолетних трав в жизнедеятельности луговых сообществ, в продукционном и почвообразовательном процессах. По заключению В.Р. Вильямса, определяющая роль в жизнедеятельности луговых сообществ принадлежит многолетним травам. Впервые изучив развитие злаковых трав от прорастания семени до отмирания плодоносящего побега, он ввел понятие о типах кущения злаков — корневищный, рыхло- и плотнокустовой. При корневищной и рыхлокустовой фазах развитие дернового процесса происходит в аэробных условиях, а при смене их на плотнокустовую — в анаэробных. Это положение не утратило своей актуальности и в современных условиях, например, для обоснования выбора способа улучшения луга.

В дальнейшем это направление исследований нашло теоретическое обоснова-

ние в работах С.П. Смелова и его школы, в которых выявлены этапы жизни побегов луговых злаков, показано значение запасных пластических веществ и влияние антропогенных факторов на рост и развитие многолетних трав.

В современных условиях в ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» продолжаются

исследования по изучению побегообразовательной способности злаковых и бобовых трав при интенсивных приемах ухода и использования луговых травостоев.

В таблице 1 приведены показатели механизма возобновления популяций корневищного злака мятлика лугового.

1. Потенциал вегетативного возобновления мятлика лугового в составе разновозрастных злаковых травостоев (среднее за 2 года)

Пастбищное использование (4 цикла за сезон)			
Показатели на 1 м ²	Годы жизни травостоя		
	7–8 гг.	19–20 гг.	
	N ₁₈₀ P ₆₀ K ₁₂₀	P ₆₀ K ₁₂₀	N ₁₈₀ P ₆₀ K ₁₂₀
Длина корневищ, м	165,4	152,4	186,6
Количество узлов на корневищах, шт.	26,6	24,9	31,6
Количество почек на корневищах, шт.	6195	2345	5900
Ортотропные (вегетативные побеги), шт.	2595	2345	3105
Количество почек на ортотропных побегах, шт.	4760	3335	5110
Всего почек на корневищах и побегах, шт.	10955	5680	11010

Преобладание почек возобновления над побегами в составе долголетнего травостоя в 4,2 раза обосновывает высокий потенциал мятлика лугового при соблюдении рекомендуемых приемов ухода и использования. Поэтому мятлику луговому отводится ведущая роль в длительном сохранении самовозобновляющихся травостоев. Сравнительная оценка показателей биологического механизма возобновления клевера ползучего в составе разновозрастных пастбищных травостоев (5-й, 11-й, 17-й годы) обосновывает его высокий биологический потенциал, который сохраняется в течение длительного времени. Обеспеченность 1 м ползучих побегов клевера поч-

ками возобновления в составе травостоя пятого года составила 58 шт., а в составе травостоя 17-го года — 80 штук. Благодаря длительному сохранению первой и второй стадий развития луга (корневищной и рыхлокустовой) в условиях культурного луговодства обеспечивается устойчивое продуктивное долголетие фитоценозов. Эти исследования согласуются с результатами 167-летних опытов Ротамстедской опытной станции (Великобритания). В опытах ВНИИ кормов имени В.Р. Вильямса, заложенных П.И. Ромашовым в 1946 г., высокая продуктивность пастбищных фитоценозов и ценный ботанический состав сохраняются в течение 77 лет (табл. 2)

2. Продуктивность пастбищ в среднем за 30–77-й годы пользования (1976–2022 гг.)

Удобрение	Урожайность, т/га СВ	Произведено на 1 га		
		ОЭ, ГДж/га	кормовых единиц	сырой протеин, кг
Без удобрений (контроль)	2,2	22,9	1892	317
P ₄₅ K ₉₀	4,8	48,9	3969	770
N ₁₂₀ P ₄₅ K ₉₀	5,5	57,2	4730	918
N ₁₈₀ P ₄₅ K ₁₂₀	7,4	76,4	6307	1469
Навоз, 10 т (1 раз в 4 года)	3,1	33,7	2739	468
Навоз, 20 т (1 раз в 4 года)	3,8	38,9	3162	545

Урожайность долголетнего пастбища под влиянием удобрений повысилась с 2,2 до 7,4 т/га, производство обменной энергии выросло в 3,3 раза, сырого протеина — в 4,6 раза. Аналогичные закономерности отмечены при формировании долголетних сенокосов.

Важной заслугой В.Р. Вильямса является изучение дерновообразовательного процесса — взаимодействия луговой растительности с почвой. По заключению В.Р. Вильямса, в результате дернового процесса происходит интенсивное накопление неразложившегося органического вещества в почве, что приводит к снижению ее плодородия. Впоследствии эта научная гипотеза была экспериментально проверена в долголетних опытах ВНИИ кормов имени В.Р. Вильямса.

В исследованиях, выполненных под руководством П.И. Ромашова на долголетних сенокосах, установлено, что при систематическом удобрении и регулярном отчуждении надземной массы развитие дернового процесса происходит замедленными темпами и не приводит к вырождению луга. При длительном использовании травостоев в почве сохраняются аэробные условия, и не происходит прогрессирующего накопления корневой массы. Прогрессирующее накопление подземной массы наблюдается только первые 10 лет жизни травостоев; начиная с третьего десятилетия и до 75-го года жизни процесс ее образования и разложения стабилизируется. Это положение служит научным обоснованием формирования не только краткосрочных, но и долголетних фитоценозов (табл. 3).

3. Запас корневой массы и содержание в ней азота и фосфора на 75-й год использования травостоев

Удобрение	Подземная масса, ц/га СВ	Азот		P ₂ O ₅	
		%	кг/га	%	кг/га
Без удобрения	179	1,29	231	0,39	70
P ₄₅ K ₉₀	185	1,26	233	0,60	111
N ₁₂₀ P ₄₅ K ₉₀	166	1,50	249	0,57	95
N ₁₈₀ P ₄₅ K ₁₂₀	180	1,43	257	0,55	99
Навоз, 20 т (1 раз в 4 года)	186	1,42	264	0,62	115

Учение В.Р. Вильямса о дерновом процессе являлось предпосылкой для разработки травопольной системы земледелия, пришедшей на смену паровой системы, а также для создания краткосрочных сеяных травостоев в лугопастбищных севооборотах.

В воспроизводстве почвенного плодородия важная роль отводится гумусу, участвующему в создании структуры почвы и активизации биохимических процессов. Гумус есть результат единства противоположных процессов: жизни — смерти; симбиоза — антибиоза органических веществ в живом растении — разложения их микроорганизмами после отмирания — синтеза гумусо-

вых веществ.

Минерализация органического вещества и накопление гумуса на лугах происходит очень медленно и поэтому агрохимические показатели почвы довольно стабильны в течение длительного времени (табл. 3). На 75-й год жизни запас подземной массы при разном уровне удобрений составил 166–186 ц/га, что в 3–8 раз превышало показатели урожайности травостоев.

За 75-летний срок использования пастбищных травостоев содержание гумуса повысилось с 2,03 до 2,62 %, за счет дерновообразовательного процесса — до 2,84% (на фоне N₁₈₀PK) и до 3,28% при внесении компоста (табл. 4).

4. Агрохимическая характеристика дерново-подзолистой почвы долголетнего пастбища (75-й год пользования, слой 0–20 см)

Удобрение	Гумус, %	pH _{сол}	N общий, %	P ₂ O ₅	K ₂ O	Накопление	
				мг/кг		гумус, т/га	N, кг/га
Показатели исходного состояния	2,03	4,3	0,12	60	70	45,7	2700
Без удобрения	2,62	5,0	0,13	24	54	59,0	2880
P ₄₅ K ₉₀	2,76	4,6	0,13	103	77	62,1	2925
N ₁₂₀ P ₄₅ K ₉₀	2,83	4,8	0,13	110	38	63,7	2992
N ₁₈₀ P ₄₅ K ₁₂₀	2,84	4,6	0,16	73	45	63,9	3488
Навоз, 10 т (1 раз в 4 года)	3,00	4,9	0,14	44	56	67,5	3105
Навоз, 20 т (1 раз в 4 года)	3,38	5,3	0,15	54	70	76,0	3262

Большое внимание В.Р. Вильямс уделяет изучению состава гумуса. Впервые в течение длительного времени (10 и более лет) проводились испытания почв, доставляемых из разных концов России в лизиметрах (*лизис* — растворять, *метрео* — измерять). В.Р. Вильямс пришел к выводу, что перегнойные вещества почвы — продукт синтеза, происходящего

под влиянием жизнедеятельности микроорганизмов почвы. Эта работа по оригинальности признана в «почвенной» литературе — единственной.

Важным проявлением дерновообразовательного процесса является закрепление в корневой массе элементов питания. Под влиянием удобрений количество закрепленного в корнях азота повы-

силось на 11–14%, фосфора — на 36–64%. Эти результаты являются подтверждением учения В.Р. Вильямса о выполнении дерниной луга функции живого фильтра в сохранении и накоплении зольных элементов питания растения в биологическом круговороте почвы.

В 1930 г. была опубликована работа В.Р. Вильямса «Луговое хозяйство и кормовая площадь» (она переиздавалась еще три раза). В ней излагались вопросы агротехники лугового севооборота — основного направления улучшения природных кормовых угодий, приводилось понятие — культурные кормовые площади сенокосов и пастбищ, было четко сформулировано деление способов улучшения лугов на поверхностное и коренное. Важным направлением исследований с целью повышения продуктивности лугов В.Р. Вильямс считал организацию луговых севооборотов на основе коренного улучшения, что не утратило актуальности в настоящее время. Технологии коренного улучшения природных кормовых угодий с обоснованием всех их звеньев (обработка почвы, удобрение, подбор травосмесей) разработаны для всех зон и постоянно совершенствуются благодаря созданию новых сортов луговых видов.

Большое значение имеют теоретические положения В.Р. Вильямса по вопросам лугового травосеяния — составу смеси луговых трав, нормам высева семян, срокам и способам посева. В.Р. Вильямс впервые сформулировал принципы подбора трав в смеси для создания сеяных травостоев, отвечающих требованиям хозяйственной годности (урожайность и качество), условия местообитания.

В.Р. Вильямс строго разграничивал

требования к травам для полевого травосеяния и для луговой культуры. В полеводстве травосеяния главное не кормодобывание, а восстановление структуры почвы, в луговом главное — добывание корма. Для краткосрочного пользования кормовых угодий (3–4 года) рекомендовалось в состав травосмеси включать до пяти видов (три рыхлокустовых злака и два бобовых), для долголетнего (6–8 лет) — 9–10 видов, добавляя к рыхлокустовым корневищные виды.

По вопросам использования луговых угодий В.Р. Вильямс предлагал вместо старых способов выпаса по парам и жнивью создавать сеяные пастбища в севооборотах. Впоследствии это послужило основой разработки, создания и использования технологий специализированных пастбищ для различных видов скота. В.Р. Вильямс обосновал положение об основных составляющих и взаимодополняющих элементах сельскохозяйственного производства — растениеводство, животноводство и земледелие. Реализация этого положения послужила основой выполнения комплексных исследований по системе «почва — растение — животное — животноводческая продукция» и была принята главным девизом XII Международного конгресса по луговодству, проходившего в 1974 г. в Москве при участии 1100 ученых из 40 стран мира.

Для решения актуальных задач в области лугового и полевого травосеяния В.Р. Вильямс считал важным вопросом развитие селекции и семеноводства и указывал селекционерам на необходимость создания отечественных сортов злаковых и бобовых трав на основе дикорастущих видов. Он ставил вопрос о создании семеноводческих хозяйств. В

работах В.Р. Вильямса обосновывается роль механизации кормопроизводства — создания системы сельскохозяйственных машин и орудий. Он подчеркивал, что этот вопрос должен решаться в неразрывной связи с системой агротехнических мероприятий. В 1931 г. были организованы первые травопольные МТС.

В современных условиях новым важным направлением в области лугового

кормопроизводства является изучение роли агроэкосистем в воспроизводстве валовой энергии в биосфере. Результаты исследований по накоплению валовой энергии пастбищными экосистемами за 76-летний период, выполненных в ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», обосновывают и развивают гипотезу В.Р. Вильямса «о формировании плодородия почвы при притоке космических факторов» (табл. 5).

5. Производство валовой энергии долголетними (76 лет) пастбищными агроэкоценозами

Удобрение	Валовая энергия, ГДж/га				Антропогенные затраты, ГДж/га	Природные факторы	
	надземная масса	подземная масса	изменение энергоемкости плодородия почвы	всего		ГДж/га	% от суммы ВЭ
Без удобрений (контроль)	41,7	4,2	1,5	47,4	6,9	40,5	85
P ₄₅ K ₉₀	88,3	4,1	1,9	94,3	9,2	85,1	90
N ₆₀ P ₄₅ K ₉₀	95,4	4,0	2,1	101,5	15,2	86,3	85
N ₁₂₀ P ₄₅ K ₉₀	120,8	3,8	2,1	126,7	20,7	106,0	84
N ₁₈₀ P ₄₅ K ₁₂₀	143,1	4,1	2,8	150,0	26,5	123,5	82
Навоз, 20 т (1 раз в 4 года)	70,3	4,1	3,7	78,1	15,1	63,0	81

Суммарное воспроизводство валовой энергии за 76-летний период в контроле (без удобрений) составляет 3,6 ТДж/га, при внесении компоста оно повысилось на 65%. Максимальное производство валовой энергии — 11,4 ТДж/га получено на фоне ежегодного внесения N₁₈₀P₄₅K₁₂₀. Высокий энергетический потенциал пастбищных агроэкосистем достигается благодаря ведущей роли природных факторов, обеспечивающих 78–90% накопления валовой энергии. Этим объясняется значительная окупаемость антропогенных затрат — от 4,6 до 10,2 раза в зависимости от уровня удобрения. Ре-

зультаты проведенных исследований подтверждают гипотезы российского эколога Г.А. Булаткина и американского эколога Ю. Одума о важной роли луговых агробиоценозов в поддержании положительного баланса энергии в современных биосферных процессах, происходящих на Земле.

Такова многоплановая плодотворная научная и научно-организационная деятельность Василия Робертовича Вильямса в становлении и развитии отечественного луговодства. Имя В.Р. Вильямса навечно вписано в историю отечественной и мировой науки.

Литература

1. Вильямс В.Р. Естественно-научные основы луговодства или луговедение (Приложение основ почвоведения к культуре многолетних травянистых растений и естественной кормовой площади). – М. : Изд-во Наркомзема «Новая деревня», 1922. – 298 с.
2. История науки. Василий Робертович Вильямс / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева; ГНУ ВИК Россельхозакадемии. – М. : Россельхозакадемия, 2011. – 76 с.
3. Всероссийский научно-исследовательский институт кормов имени В.Р. Вильямса на службе российской науке и практике / Под ред. члена-корреспондента Россельхозакадемии, доктора сельскохозяйственных наук В.М. Косолапова и доктора географических наук И.А. Трофимова. – М. : Россельхозакадемия, 2014. – 1031 с.
4. Справочник по кормопроизводству. – 5-е изд., перераб. и доп. / Под ред. В.М. Косолапова, И.А. Трофимова. – М. : Россельхозакадемия, 2014. – 717 с.

References

1. Vil'yams V.R. Estestvenno-nauchnye osnovy lugovodstva ili lugovedenie (Prilozhenie osnov pochvo-vedeniya k kul'ture mnogoletnikh travyanistykh rasteniy i estestvennoy kormovoy ploshchadi) [Natural science fundamentals of meadow farming or meadow science (Application of the fundamentals of soil science to the culture of perennial herbaceous plants and natural forage area)]. Moscow, "Novaya derevnya" Publ., 1922, 298 p.
2. Kosolapov V.M., Trofimov I.A., Trofimova L.S., Yakovleva E.P. Istoriya nauki. Vasiliy Robertovich Vil'yams [History of science. Vasily Robertovich Williams]. Moscow, Rossel'hozakademiya Publ., 2011, 76 p.
3. Vserossiiskiy nauchno-issledovatel'skiy institut kormov imeni V.R. Vil'yamsa na sluzhbe rossiyskoy nauke i praktike [All-Russian Scientific Research Institute of Feed named after V.R. Williams in the service of Russian science and practice]. Edited by V.M. Kosolapov and I.A. Trofimov. Moscow, Ros-sel'khozakademiya Publ., 2014, 1031 p.
4. Spravochnik po kormoproizvodstvu [Handbook of feed production]. Edited by V.M. Kosolapov, I.A. Trofimov. Moscow, Rossel'khozakademiya Publ., 2014, 717 p.

УДК 633. 2/3

DOI: <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2023-3-24-30>

ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА ФИТОЦЕНОЗА ДОЛГОЛЕТНЕГО СЕНОКОСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИЕМОВ УЛУЧШЕНИЯ

А.В. Родионова, кандидат сельскохозяйственных наук

Е.Г. Седова, кандидат сельскохозяйственных наук

Д.М. Тебердиев, доктор сельскохозяйственных наук

ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»

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

vik_lugovod@bk.ru

CHANGES IN THE COMPOSITION OF PHYTOCENOSIS LONG-TERM HAYFIELDS DEPENDING ON APPLYING IMPROVEMENT METHODS

A.V. Rodionova, Candidate of Agricultural Sciences

E.G. Sedova, Candidate of Agricultural Sciences

D.M. Teberdiev, Doctor of Agricultural Sciences

Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology

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

vik_lugovod@bk.ru

Долголетние исследования по эффективности применения различных доз извести и минерального удобрения на сенокосе показывают существенное влияние их на урожайность и состав травостоя в зависимости от режима использования наросшей массы. Так, на заповедном участке, где травостой не скашивается, сформировался злаковый травостой с преобладанием вейника независимо от дозы внесенной извести. На участке, где травостой не удобряется и ежегодно скашивается, сформировался бобово-злаковый фитоценоз с преобладанием низовых видов злаков с урожайностью 1,5–2,5 т/га сухого вещества. На участке, где ежегодно скашивается зеленая масса и вносятся удобрения, сформировался злаковый травостой с преобладанием лисохвоста, при этом доля разнотравья составляет 2,6–10,3% в зависимости от дозы извести, бобовые виды практически выпали. Урожайность травостоя на фоне $N_{120}P_{60}K_{90}$ составляет 2,7–4,2 т/га сухого вещества.

Ключевые слова: сенокос, урожайность, состав травостоя, удобрения, известь.

Long-term studies on the effectiveness of using various doses of lime and mineral fertilizer in haymaking show their significant impact on the yield and composition of the grass stand, depending on the mode of use of the accumulated mass. Thus, in a protected area where the grass is not mowed, a grass stand with a predominance of reed grass has formed, regardless of the dose of lime applied. In the area where the grass stand is not fertilized and is mowed annually, a legume-grass phytocenosis has formed with a predominance of low-grass species with a yield of 1.5–2.5 t/ha of dry matter. In the area where the green mass is annually mowed and fertilizers are applied, a grass stand with a predominance of foxtail has formed, while the share of forbs is 2.6–10.3% depending on the dose of lime; leguminous species have practically disappeared. The yield of grass stand against the background of $N_{120}P_{60}K_{90}$ is 2.7–4.2 t/ha of dry matter.

Keywords: haymaking, yield, grass composition, fertilizers, lime.

Введение. Физиологическое состояние сельскохозяйственных животных и качество животноводческой продукции в основном зависят от биологической ценности корма, которая определяется его химическим составом, содержанием питательных веществ, усвояемостью [1–5].

Основную долю рациона сельскохозяйственных животных составляют зеленые корма, поэтому большое значение имеет биологический состав травостоя. В зависимости от состава агрофитоценоза существенно изменяется содержание минеральных веществ в корме, его усвояемость [6–9].

Ботанический состав долголетнего агрофитоценоза может изменяться в зависимости от условий произрастания растений, обеспеченности растений питательными элементами, кислотности почвы [10–13].

Важно определение эффективности технологий в зависимости уровня технологических приемов.

Кроме того, на состав травостоя оказывают влияние применяемые технологические приемы использования отросшей массы, режим отчуждения, уровень интенсификации производства [14; 15]. Одним из основных факторов сохранения и изменения состава фитоценозов является применение подкормки минеральными удобрениями [16–20].

С целью определения влияния уровня интенсификации и режимов использования травостоев в ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» проводятся многолетние исследования на опыте, заложенном в 1935 г.

Условия и методика проведения исследований. Для проведения опыта с известкованием весной 1935 г. участок

был распахан. В июле внесли известь от 6 до 72 т/га CaCO_3 , в результате чего сформировались различные уровни кислотности почвы, последствия которых изучаются до настоящего времени. При залужении участка была высеяна шестикомпонентная травосмесь, состоящая из тимофеевки луговой (*Phleum pratense*), овсяницы луговой (*Festuca pratensis*), райграса многолетнего (*Lolium perenne*), лисохвоста лугового (*Alopecurus pratensis*), мятлика лугового (*Poa pratensis*), полевицы тонкой (*Agrostis tenuis*). Изучение последствий доз извести на сеяном злаковом травостое проводится в трех блоках: первый блок — сенокос без минеральных удобрений, второй — сенокос на фоне ежегодного применения $\text{N}_{120}\text{P}_{60}\text{K}_{90}$, третий — заповедник без использования (без минеральных удобрений, не скашивается). Площадь делянки — 52 м², учетная площадь — 9 м². В первом и втором блоках травостой скашивается два раза за сезон. Почва опытного участка дерново-подзолистая, среднесуглинистая, в исходном состоянии содержала 1,5% гумуса, 50 мг P_2O_5 , 60 мг K_2O на 1 кг почвы, 0,14% азота, $\text{pH}_{\text{сол}} = 4,1$.

Полевые опыты в 1930-е годы были заложены на основе систематического метода размещения вариантов, так как рендомизированные методы стали внедряться лишь в 1950-е годы и, как правило, опыты закладывались без повторности, что не уменьшает ценности полученных в них результатов благодаря длительным исследованиям.

Результаты последствий приемов интенсификации на состав и урожайность травостоев без перезалужения приводятся за 2022 г.

Результаты исследования. Сложившиеся погодные условия в вегетационный период года оказывают существенное влияние на урожайность и ботанический состав долголетнего агрофитоценоза. Кроме того, изменение условий питания растений и режим использования наросшей массы также имеют большое влияние на состояние долголетнего фитоценоза.

Исследованиями установлено, что на заповедном блоке опыта (без использования наросшей массы) сформировался злаковый травостой с преобладанием вейника наземного независимо от последствий внесенной дозы извести. Сопутствующим видом в фитоценозе был лисохвост луговой. Бобовые виды в фитоценозе практически не присутствуют, а на долю разнотравья приходится до 10–12% наросшей массы.

Существенное влияние на состав травостоя оказывают способы его использования и изменение условий произрастания растительности. В блоке опыта, где травостой не удобряется, но ежегодно скашивается, в 2022 г. сформировался, как и в прошлые годы, низовозлаково-бобово-разнотравный травостой с преобладанием овсяницы красной.

На варианте без применения извести общее содержание злаковых видов составляло 80,7% наросшей массы, из них на долю овсяницы красной приходится 72% и 3,7% — на полевицу тонкую. Верховых видов злаков практически не было. Бобовые виды составляли 11,4% массы, а разнотравные — 7,9%. По данным за 2022 г., последствие применения извести оказало довольно значи-

тельное воздействие на состав фитоценоза. Так, на фоне внесения 6 т/га извести общее содержание злаковых видов снизилось с 80,7 до 64,3%, повысилось содержание бобовых видов на 10%, а разнотравья — на 6,5%. Тенденция снижения злаковых видов и увеличения видов разнотравья при последствии повышения доз извести явно прослеживается. Так, при дозе извести 36 т/га количество злаковых видов сократилось с 80,7 до 26,7%, бобовых увеличилось до 37,5%, разнотравья — до 36,7%.

При последствии 72 т/га извести в фитоценозе появляется верховой злак лисохвост луговой, но резко увеличивается доля разнотравья, до 49,7% (таблица).

Следует отметить повышение содержания разнотравья в 2022 г. по сравнению со средним показателем за 1996–2022 гг. Так, в варианте с внесением 72 т/га извести содержание разнотравья было 49,7% в 2022 г. против 24,8% в среднем, что, видимо, объясняется сложившимися погодными условиями.

На фоне применения удобрений установлено, что состав травостоя отличается от описанного ранее. В варианте без извести на долю злаковых видов приходится 90,7% массы, причем основную роль (65,7%) играет овсяница красная; появляются в фитоценозе лисохвост луговой (5,1%), полевица тонкая. При применении удобрений виды разнотравья составляют 9,3% массы, а бобовые виды практически выпадают. В варианте 6 т/га извести состав разнотравья практически не изменился, можно только отметить, что содержание лисохвоста повысилось с 5,1 до 11,2%.

**Таблица. Ботанический состав старосеяного сенокоса (1935 г. посева),
ц/га сухого вещества за сезон 2022 г.**

Форма извести	Доза извести, т/га	Злаки								Бобо- вые	Разно- травье
		верховые			низовые				всего зла- ков		
		лисо- хвост	кост- рец	всего	полевица тонкая	овсяница красная	мятлик луговой	всего			
Без удобрений											
Без извести	0	—	—	—	0,6	11,1	—	12,4	12,4	1,7	1,2
СаСО ₃	6	—	—	—	0,2	10,7	—	11,0	11,0	3,6	2,5
	12	—	—	—	0,5	10,8	—	11,8	11,8	3,1	3,9
	24	—	—	—	0,4	7,7	—	8,5	8,5	6,9	5,1
	36	—	—	—	0,3	4,5	—	5,3	5,3	7,7	7,4
	72	2,2	—	3,4	0,6	1,7	—	2,3	5,7	6,0	11,5
N₁₂₀P₆₀K₉₀											
Без извести	0	2,3	—	2,3	4,9	29,0	1,1	38,2	40,5	—	4,1
СаСО ₃	6	5,3	—	5,3	11,1	23,2	0,9	37,7	43,0	—	4,7
	12	37,8	—	37,8	0,5	3,6	3,2	7,3	45,1	—	4,1
	24	14,7	—	35,6	2,0	9,9	2,1	14,0	49,6	—	10,3
	36	36,1	—	56,1	2,5	0,7	1,3	4,5	60,6	—	2,6
	72	30,9	7,9	56,8	2,0	1,2	2,6	5,8	62,6	—	3,0

С повышением дозы извести до 12–72 т/га в фитоценозе существенно повышается содержание верховых видов злаков, их обилие достигает 59,4–88,8% массы, а доля низовых злаковых видов и разнотравья резко сокращается. Общая закономерность изменения состава фитоценоза в вариантах такая же, как в среднем за 1996–2022 гг.

Кроме того, продуктивность травостоев существенно зависит от сложившихся погодных условий. В 2022 г. на сенокосе после первого укоса травостой практически не сформировался для повторного учета, поэтому урожайность оказалась существенно ниже по сравнению со средними показателями за 1996–2022 гг. Так, в блоке 1 (без внесения удобрений) урожайность за 2022 г. составила от 1,5 до 2,3 т/га сухого веществ-

ва в зависимости от дозы извести, а в среднем за 1996–2022 гг. — от 2,7 до 4,2 т/га, то есть оказалась практически в два раза меньше. На фоне применения удобрений в блоке 2 урожайность травостоя существенно больше (от 4,7 до 6,6 т/га), но по сравнению со средними данными она меньше на 20–30%. На фоне применения удобрений снижение урожайности травостоя от погодных условий было менее заметным, чем без удобрений.

Заключение. В результате исследований установлено влияние применяемых приемов улучшения условий питания растений на состав травостоя и его урожайность. При использовании сенокоса без применения удобрений формируется фитоценоз бобово-злаковый с преобладанием овсяницы красной неза-

висимо от доз внесенной извести. Применение удобрений способствует изменению состава травостоя и существенно увеличению урожайности. В составе травостоя преобладают злаковые виды, а бобовые практически выпадают.

Литература

1. Анисимов А.А., Комахин П.И., Золотарев В.Н. Научное обеспечение кормопроизводства для высокоэффективного молочного скотоводства на примере опыта ФГБУ «Опытная станция «Пойма» // Кормопроизводство. – 2021. – № 8. – С. 8–16.
2. Косолапов В.М., Гаганов А.П., Зверкова З.Н. Влияние уровня энергетической питательности объемистых кормов на продуктивность скота // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. тр., выпуск 5 / ФГБНУ «ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса». – Москва : Угрешская типография, 2015. – С. 275–283.
3. Биологическая полноценность кормов / Н.Г. Григорьев, Н.П. Волков, Е.С. Воробьев [и др.]. – М. : Агропромиздат, 1989. – 287 с.
4. Кушенов Б.М., Кошен Б.М. Кормовой белок: проблемы и решения // Актуальные проблемы развития кормопроизводства и животноводства республики Казахстан : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (14–15 апреля 2011 года). – Алматы. – 2011. – Том 1. – С. 191–193.
5. Дубовик Д.В., Чуюн О.Г. Качество сельскохозяйственных культур в зависимости от агротехнических приемов и климатических условий // Земледелие. – 2018. – № 2. – С. 9–13.
6. Collins R.P., Coverdale E., Vale J. Biomass production and forage quality in multispecies swards. *Grassland – a European Resource? Proceedings of the 24th General Meeting of the European Grassland Federation*. Lublin, Poland, 3–7 June 2012. – Pp. 97–99.
7. Динамика содержания питательных веществ в дерново-подзолистой почве в длительных опытах / С.А. Шафран, А.А. Ермакова, А.И. Семенова, Т.А. Яковлева // Плодородие. – 2020. – № 4 (115). – С. 7–9.
8. Минеральные элементы в кормах и методы их анализа : монография / В.М. Косолапов, В.А. Чуйков, Х.К. Худякова, В.Г. Косолапова. – Москва : Угреша Т, 2019. – 272 с.
9. Привалова К.Н. Закономерности изменения качества корма при использовании многовариантных пастбищных технологий с долголетними фитоценозами // Кормопроизводство. – 2022. – № 9. – С. 12–15.
10. Работнов Т.Л. Луговоеведение. – М. : Изд-во МГУ, 1984. – 320 с.
11. Привалова К.Н. Биологический потенциал самовозобновляющихся видов многолетних трав в составе разновозрастных пастбищных травостоев // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. тр., выпуск 24 (72) / ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса». – М., 2020. – С. 14–18.
12. Долголетие и урожайность злаковых трав газонного типа при использовании на кормовые цели / Н.Н. Лазарев, В.В. Соколова, Я.Г. Бутько, С.М. Авдеев // Кормопроизводство. – 2019. – № 2. – С. 8–13.
13. Павлючик Е.Н., Капсамун А.Д., Иванова Н.Н. Урожайность бобово-злаковых травосмесей при применении минеральной подкормки // Кормопроизводство. – 2022. – № 3. – С. 10–15.
14. Тебердиев Д.М., Кулаков В.А., Родионова А.В. Продуктивный потенциал и качество корма сенокосов и пастбищ // Животноводство России. – 2010. – № 9. – С. 45–50.
15. Трофимова Л.С., Кулаков В.А. Управление травянистыми экосистемами из многолетних трав // Вестник РАСХН. – 2012. – № 4. – С. 64–69.
16. Барашкова Н.В., Устинова В.В. Биологические особенности естественного разнотравно-злакового фитоценоза при разных уровнях питания в условиях Центральной Якутии // Наука и образование. – 2016. – № 2 (82). – С. 108–114.

17. Кулаков В.А., Седова Е.Г. Минеральный состав пастбищного корма в зависимости от уровня применения минеральных и органических удобрений, ботанического состава // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. тр., выпуск (5) / ФБГНУ «ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса». – М., 2015. – С. 64–70.
18. Спиридонов А.М., Мазин А.М. Урожайность и качество травостоев сортов клевера лугового на Северо-Западе России // Аграрная Россия. – 2021. – № 10. – С. 8–11.
19. Фигурин В.А., Кислицына А.П. Продуктивность и питательная ценность лядвенце-тимофеечных травостоев при разном уровне минерального питания и известкования // Кормопроизводство. – 2020. – № 7. – С. 23–27.
20. Золотарев В.Н. Продуктивность семенных травостоев многолетних видов мятликовых трав на почвах разного уровня плодородия // Кормопроизводство. – 2022. – № 7. – С. 15–19.

References

1. Anisimov A.A., Komakhin P.I., Zolotarev V.N. Nauchnoye obespecheniye kormoproizvodstva dlya vysokoeffektivnogo molochnogo skotovodstva na primere opyta FGBU "Opytnaya stantsiya "Poyma" [Scientific support of feed production for highly efficient dairy cattle based on the experience of the "Experimental Station "Poima"]. *Kormoproizvodstvo [Fodder production]*, 2021, no. 8, pp. 8–16.
2. Kosolapov V.M., Gaganov A.P., Zverkova Z.N. Vliyaniye urovnya energeticheskoy pitatel'nosti ob'yemistyykh kormov na produktivnost' skota [Influence of the level of energy nutrition of bulk feed on livestock productivity]. *Mnogofunktsional'noye adaptivnoye kormoproizvodstvo [Multifunctional adaptive fodder production: collection of scientific articles, issue 5]*. Moscow, Ugreshskaya tipografiya Publ., 2015, pp. 275–283.
3. Grigorev N.G., Volkov N.P., Vorobev E.S. et al. Biologicheskaya polnotsennost' kormov [Biological usefulness of feed]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1989, 287 p.
4. Kushenov B.M., Koshen B.M. Kormovoy belok: problemy i resheniya [Feed protein: problems and solutions]. *Aktual'nyye problemy razvitiya kormoproizvodstva i zhivotnovodstva respubliki Kazakhstan : materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (14–15 aprelya 2011 g.) [Current problems in the development of feed production and livestock production in the Republic of Kazakhstan: materials of the International scientific-practical Conf. (April 14–15, 2011)]*. Almaty, 2011, Volume 1, pp. 191–193.
5. Dubovik D.V., Chuyan O.G. Kachestvo sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v zavisimosti ot agrotekhnicheskikh priyemov i klimaticheskikh usloviy [The quality of agricultural crops depending on agro-technical practices and climatic conditions]. *Zemledeliye [Agriculture]*, 2018, no. 2, pp. 9–13.
6. Collins R.P., Coverdale E., Vale J. Biomass production and forage quality in multispecies swards. *Grassland – a European Resource? Proceedings of the 24 th General Meeting of the European Grassland Federation*. Lublin, Poland, 3–7 June 2012. – Pp. 97–99.
7. Shafran S.A., Ermakova A.A., Semenova A.I., Yakovleva T.A. Dinamika sodержaniya pitatel'nykh veshchestv v dernovo-podzolistoy pochvakh v dlitel'nykh opytakh [Dynamics of nutrient content in soddy-podzolic soils in long-term experiments]. *Plodorodiye [Fertility]*, 2020, no. 4 (115), pp. 7–9.
8. Kosolapov V.M., Chuykov V.A., Khudyakova Kh.K., Kosolapova V.G. Mineral'nyye elementy v kormakh i metody ikh analiza [Mineral elements in feed and methods of their analysis: monograph]. Moscow, Ugresha T Publ., 2019, 272 p.
9. Privalova K.N. Zakonomernosti izmeneniya kachestva korma pri ispol'zovanii mnogovariantnykh pastbishchnykh tekhnologiy s dolgoletnimi fitotsenozami [Patterns of changes in feed quality when using multivariate pasture technologies with long-term phytocenoses]. *Kormoproizvodstvo [Fodder production]*, 2022, no. 9, pp. 12–15.
10. Rabotnov T.L. Lugovedeniye [Meadow science]. Moscow, Moscow State University Publ., 1984, 320 p.

11. Privalova K.N. Biologicheskiy potentsial samovozobnovlyayushchikhsya vidov mnogoletnikh trav v sostave raznovozrastnykh pastbishchnykh travostoyev [Biological potential of self-renewing species of perennial grasses in the composition of pasture grass stands of different ages]. *Mnogofunktsional'noye adaptivnoye kormoproizvodstvo* [Multifunctional adaptive forage production: collection of scientific articles, issue 24 (72)]. Moscow, 2020, pp. 14–18.
12. Lazarev N.N., Sokolova V.V., Butko Ya.G., Avdeev S.M. Dolgoletniye i urozhaynost' zlakovykh trav gazonnogo tipa pri ispol'zovanii na kormovyye tseli [Longevity and productivity of lawn-type cereal grasses when used for fodder purposes]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], 2019, no. 2, pp. 8–13.
13. Pavlyuchik E.N., Kapsamun A.D., Ivanova N.N. Urozhaynost' bobovo-zlakovykh travosmesey pri primeneni mineral'noy podkormki [Yield of legume-cereal grass mixtures when using mineral fertilizing]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], 2022, no. 3, pp. 10–15.
14. Teberdiev D.M., Kulakov V.A., Rodionova A.V. Produktivnyy potentsial i kachestvo korma senokosov i pastbishch [Productive potential and quality of forage of hayfields and pastures]. *Zhivotnovodstvo Rossii* [Animal husbandry of Russia], 2010, no. 9, pp. 45–50.
15. Trofimova L.S., Kulakov V.A. Upravleniye travyanistymi ekosistemami iz mnogoletnikh trav [Management of herbaceous ecosystems from perennial grasses]. *Vestnik RASKHN* [Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences], 2012, no. 4, pp. 64–69.
16. Barashkova N.V., Ustinova V.V. Biologicheskiye osobennosti yestestvennogo raznotravno-zlakovogo fitotsenoza pri raznykh urovnyakh pitaniya v usloviyakh Tsentral'noy Yakutii [Biological features of natural forb-cereal phytocenosis at different levels of nutrition in the conditions of Central Yakutia]. *Nauka i obrazovaniye* [Science and Education], 2016, no. 2 (82), pp. 108–114.
17. Kulakov V.A., Sedova E.G. Mineral'nyy sostav pastbishchnogo korma v zavisimosti ot urovnya primeneniya mineral'nykh i organicheskikh udobreniy, botanicheskogo sostava [Mineral composition of pasture feed depending on the level of application of mineral and organic fertilizers, botanical composition]. *Mnogofunktsional'noye adaptivnoye kormoproizvodstvo* [Multifunctional adaptive fodder production: collection of scientific articles, issue 5]. Moscow, 2015, pp. 64–70.
18. Spiridonov A.M., Mazin A.M. Urozhaynost' i kachestvo travostoyev sortov klevera lugovogo na Severo-Zapade Rossii [Productivity and quality of grass stands of meadow clover varieties in the North-West of Russia]. *Agrarnaya Rossiya* [Agrarian Russia], 2021, no. 10, pp. 8–11.
19. Figurin V.A., Kislitsyna A.P. Produktivnost' i pitatel'naya tsennost' lyadvenets-timofeyechnykh travostoyev pri raznom urovne mineral'nogo pitaniya i izvestkovaniya [Productivity and nutritional value of bird's foot -timothy grass stands at different levels of mineral nutrition and liming]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], 2020, no. 7, pp. 23–27.
20. Zolotarev V.N. Produktivnost' semennykh travostoyev mnogoletnikh vidov myatlikovykh trav na pochvakh raznogo urovnya plodorodiya [Productivity of seed grass stands of perennial bluegrass species on soils of different levels of fertility]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], 2022, no. 7, pp. 15–19.

УДК 633.23:631.527:581. 52

DOI: <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2023-3-31-49>

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И НАПРАВЛЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ ВИДОВ ПОЛЕВИЦЫ (*Agrostis* L.)

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

BIOLOGICAL FEATURES AND DIRECTIONS BREEDING OF BENTGRASS (*Agrostis* L.) SPECIES

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

Современная концепция развития растениеводства, ориентированная на биологизацию земледелия, предусматривает увеличение разнообразия используемых видов и сортов растений, наиболее адаптированных к условиям конкретных районов их использования и обеспечивающих максимальный экологический и хозяйственный эффект. Для этого необходимо активизировать селекционно-семеноводческую работу по выведению новых сортов трав с одновременным расширением видового представительства. Высоким биологическим потенциалом, ценотической активностью и продуктивным долголетием при создании искусственных агроценозов различного назначения обладают представители рода полевицы (*Agrostis* L.). В статье дан анализ особенностей таксономической классификации рода *Agrostis*, биологические особенности наиболее перспективных для хозяйственного использования видов. В Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию на территории РФ, по состоянию на 2023 г. зарегистрировано восемь сортов полевицы гигантской (*A. gigantea* Roth.), девять — побегоносной (*A. stolonifera* L.) и семь — тонкой (обыкновенной) (*A. tenuis* Sibth.). Последние два вида в основном используются для создания газонов различного целевого назначения. Для закладки агроценозов кормового назначения использования из видов *Agrostis* наиболее перспективным, прежде всего в лугопастбищном хозяйстве Нечерноземной зоны, является полевица гигантская. В статье представлены результаты селекционной работы ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» по выведению новых сортов полевицы гигантской.

Ключевые слова: полевица (*Agrostis* L.), виды, селекция, сорта, урожайность, фитоценозы.

The modern concept of crop production development, focused on the biologization of agriculture, provides for an increase in the diversity of plant species and varieties used, most adapted to the conditions of specific areas of their use and providing maximum ecological and economic effect. To do this, it is necessary to intensify the selection and seed-growing work on the breeding of new varieties of herbs with the simultaneous expansion of species representation. Representatives of the genus bentgrass (*Agrostis* L.) have a high biological potential, cenotic activity and productive longevity when creating artificial agroecosystems for various purposes. The article analyzes the features of the taxonomic classification of the genus

Agrostis, biological features of the most promising bentgrass species for economic use. In the State Register of Breeding achievements approved for use in the territory of the Russian Federation as of 2023, 8 varieties of giant bentgrass (*A. gigantea* Roth.), 9 — creeping bent (*A. stolonifera* L.) and 7 — brown top (ordinary) (*A. tenuis* Sibth.). The last two types are mainly used to create lawns for various purposes. The most promising *Agrostis* species for establishing agrocenoses for fodder use, primarily in grassland farming in the Non-Chernozem Zone, is giant bentgrass. The article presents the results of breeding work of the Federal Scientific Center "VIK named after V.R. Williams" on the development of new varieties of giant bentgrass.

Keywords: bentgrass (*Agrostis* L.), species, breeding, varieties, yield, phytocenoses.

Одним из направлений стабильного развития кормопроизводства является диверсификация растениеводства за счет повышения эффективности производственного использования малораспространенных видов и сортов культур с большим резервом продуктивности, наиболее адаптированных к почвенно-климатическим условиям конкретных районов их возделывания и обеспечивающих максимальный экологический и хозяйственный результат. Высоким биологическим потенциалом, ценотической активностью и продуктивным долголетием при создании моно- и поливидовых агроценозов кормового назначения, прежде всего в лугопастбищном хозяйстве Нечерноземной зоны, обладают представители рода полевицы [1–3]. Различные виды полевиц (*Agrostis* L.) — важный компонент естественных пастбищ и лугов; наряду с кормовыми травосмесями они используются для создания газонов, фиторемедиации, включая почвы с загрязнением тяжелыми металлами [4–9].

Подсчитано, что существует от 150 до 200 видов *Agrostis* [10]. По мере проведения геоботанических исследований и внедрения в практику методов генетической идентификации число таксонов и дифференциация рода возрастает, в основном за счет описания новых эндемических форм. На территории бывшего СССР во флоре встречается 47 видов

Agrostis, которые объединены в четыре секции [5]. Род полевицы (*Agrostis* L.) — один из самых крупных и сложных в систематическом отношении родов из семейства злаков (*Poaceae*) [11–13]. Таксономическая классификация рода *Agrostis* по морфологическим и анатомическим признакам затруднена и осложнена наличием промежуточных форм и неправильным применением названий [14]. Также трудность идентификации заключается в мелком размере генеративных органов и довольно широкими возможностями гибридизации между видами, приводящей к появлению промежуточных форм [15] с пограничными признаками.

Распространенные виды *Agrostis* L. имеют уровень ploидности от диплоидного до додекаплоидного ($2n = 14, 28, 42, 84$), но, несмотря на это, они генетически совместимы, могут естественным образом легко скрещиваться между собой и образовывать межвидовые полустерильные гибриды [14, 16–18]. В основном распространены тетра-, гекса- и октоплоиды [19]. Слияние отдельных геномов, или аллополиплоидизация, является широко распространенным явлением у разных культур.

Таксономическая сложность рода *Agrostis* также связана со значительным полиморфизмом и формообразованием его представителей, которая объясняет-

ся, в частности, процессами полиплоидизации, а также межсекционной и внутрисекционной гибридизацией видов [19]. В результате гибридизации потомство обеспечивается различной генетической стабильностью, морфологическим разнообразием, экотипической адаптацией. Известны анеуплоидные гибриды, в частности, с $2n = 35$ [19]. К видам внутрисекционной гибридизации, по-видимому, относится *A. mertensii* (*A. flaccida* × *A. kudoii*), межсекционные гибриды — *A. korczaginii* (*A. tenuis* × *A. borealis*), *A. alascana* (*A. scabra* × *A. kudoii*), *A. anadyrensis* (*A. clavata* × *A. kudoii*). Виды гибридного происхождения с участием видов других родов — *A. lazica* (*A. tenuis* × *C. olympica*), *A. planifolia* (*A. marschalliana* × *Calamagrostis*) [20].

Частота перекрестного опыления дикорастущих и культурных форм довольно обширна, даже можно выделить их в особую группу мезофильных полевиц. От такого скрещивания выделены гибридные формы полевицы гигантской с полевицей тонкой, которые отличаются шириной листовых пластинок, ушек, язычка. Трансформация признаков от одного вида к другому зарегистрирована в разных частях ареала распространения *Agrostis* L. (США, Япония, Австралия, Финляндия, Россия) от разнообразных комбинаций скрещиваний. Также найдены гибридные растения в дикорастущих популяциях, отдельные из них хранятся в виде гербарного материала, другие включены в различные классификаторы.

Сложность таксономической классификации *Agrostis* L. также заключается в том, что неизвестна подлинная картина филогенеза форм в системе геохронологического календаря, недостатком зна-

ний биотипической и популяционной генетики, картина которой складывается не только в моновидовых ценозах, но и в сложных экологических системах при большом разнообразии варьирования гидротермических и почвенных режимов. Так более 86% изменчивости исследованных эколого-географических характеристик места сборов полевицы объяснялось тремя выявленными факторами, а именно: географическим положением, низкой температурой зимой и высокой температурой летом [21]. Понимание распределения генетической изменчивости полевицы по экогеографическим ареалам может помочь выявить новые виды, адаптированные к конкретным специфичным факторам окружающей среды.

В настоящее время принят и хорошо описан относительно узкий объем видов *Agrostis* L., объединяемый в случаях их большой близости и нечетких границ между ними в виды-агрегаторы, названные по приоритетному из видов, входящих в агрегат. К группе таксономических индикаторов относятся устойчивые признаки — число листьев на побеге и узлов в соцветии [22]. Некоторые морфологические измерения, такие как язычок и текстура листа, определяются быстро и легко, в то время как другие морфологические измерения, используемые для определения вида, такие как тип метелки или различия в побегообразовании, могут занимать много времени, трудоемки и специфичны по времени, при этом большинство из них не являются обязательными. Для объективной оценки описания растения должно быть полностью дефинитивным, особенно если присутствует смешение признаков [14]. Связано это с тем, что в период

взрослого (дефинитивного) возрастного состояния растения все его органы приобретают типичную для конкретного вида форму.

Для таксономической идентификации необходимо проведение дальнейшего сбора растений из разных ареалов, изучение их изменчивости и классификация с помощью геномного анализа, основанного, в том числе, на использовании генетического маркирования. Некоторые виды полевицы трудно различить из-за сходства морфологических характеристик и генетической совместимости. Специфическая технология ДНК, такая как использование маркеров SCAR (последовательность, охарактеризованная амплифицированной областью), может использоваться для дифференциации некоторых видов полевицы [23]. Однако современная классическая генетика не всегда может объяснить широкий полиморфизм, особенно причинно-следственную связь модификаций нуклеотидных связей и обусловленного этим фенотипического проявления признаков. Кроме того, значительную роль в эволюционной трансформации видов и формообразовании имеет влияние антропогенной и хозяйственной деятельности, так как в природе не было никогда газонных, укосных, пастбищных участков с интенсивным режимом использования, урбанизированных территорий, на которых можно было бы проследить тип изменчивости единой неравновесной динамической природной системы. Такой информации нет, но она крайне важна в селекционном и экологическом планах, когда изменения в генных структурах сопряжены с грузом адаптивного давления.

Хозяйственная значимость и произ-

водственная востребованность отдельных сельскохозяйственных культур в определенной степени отражается в количестве их возделываемых сортов. В объединенном каталоге сортов стран Европейского Союза (ЕС) по состоянию на 2020 г. зарегистрировано три сорта полевицы собачьей (*Agrostis canina* L.) (англ. Velvet bent), пять сортов — гигантской (*Agrostis gigantea* Roth.) (англ. Red top), 50 сортов — побегоносной (*Agrostis stolonifera* L.) (англ. Creeping bent) и 46 сортов — тонкой (*Agrostis capillaris* L.) (англ. Brown top). Анализ показывает, что сорта полевицы собачьей и гигантской выведены и ограниченно используются практически только в странах Восточной Европы — Польше, Словакии, Чехии и Литве. При этом из общего числа сортов полевицы побегоносной наибольшее их количество — 22 (44%) — зарегистрировано в Италии, а у полевицы тонкой — 16 (35%) — в Нидерландах.

Из культивируемых видов *Agrostis* L. по хозяйственной значимости и возможностям использования выделяется полевица тонкая (волосовидная, обыкновенная) (*Agrostis tenuis* Sibth.; синонимы: *A. lithuanica* Bess. ex Schult. fil., *A. vulgaris* With., *A. capillaries* Auct.), характеризующаяся высокой степенью гетерогенности по разнообразию экотипов. Для хозяйственного использования наиболее ценными являются корневищные стелющиеся формы, которые произрастают как низовые формы на пашне в качестве сорного компонента. Нередко в производстве этот вид еще называют песчаным пыреем. Размножается корневищами и из узлов кущения корневищ. В популяциях доминируют диплоидные формы $2n = 4x = 28$ [21], хотя выделены

и анеуплоидные формы ($2n = 29-35, 41$). Высота растений достигает 50 см и более, цветение происходит в начале июля. На долголетних естественных кормовых угодьях этот вид широко встречается в ассоциациях с овсяницей красной, а также в горных районах на высоте свыше 500 м в ассоциациях с райграсом высоким. На горных лугах, где произрастание ценных в кормовом отношении злаков ограничено, это малотребовательное к температурным условиям растение хотя и обеспечивает небольшие урожаи, но превращается в очень ценный вид. В условиях низинных суходолов вид предпочитает легкие, известковые, глубокодренированные песчаные почвы. Даже если эти участки находятся в сельскохозяйственном использовании, полевица тонкая встречается по приграничному размещению по краям полей, меняясь в плотности по мере снижения увлажнения, встречаясь в смеси с мятликом и овсяницей луговой. Травостой плохо поедаются молодняком крупного рогатого скота, но хорошо — овцами. Агрессивность вида возрастает по мере внесения удобрения и с увеличением уровня увлажнения. Наряду с ростом продуктивности при применении удобрений также возрастает конкурентоспособность и устойчивость травостоев, увеличиваются темпы роста надземной листовой массы, повышается качество корма.

При произрастании в горных условиях полевица тонкая изменяется в популяциях не только количественно, но и по архитектонике особей, повышая конкурентную способность стелющихся форм.

В последние десятилетия вид используется для газонных целей, в том числе он незаменим при залужении песчаных участков. С этой целью проводится се-

лекция короткокорневищных и сильно кустящихся форм. Большинство форм образуют густой плотный травяной ковер. При высеве полевицы тонкой (волоsovидной) создаются высокодекоративные газоны, густота которых поддерживается за счет возобновления короткими наземными побегами или подземными корневищами.

Наряду с полевицей тонкой в селекционной практике и хозяйственном использовании значительное внимание уделяется полевице побегоносной (столонообразующей, ползучей) (*Agrostis alba var. stolonifera* L.) [24]. Она встречается как низовой злак на участках пашни с достаточным уровнем влагообеспеченности, имеет поверхностно залегающие корневища с четко выраженными узлами. Полевица побегоносная — аллотетраплоид с высокой степенью ауткроссинга ($2n = 4x = 28$) [25]. При индивидуальном произрастании особей корневища в течение одного года могут разрастаться до 2 м, а при оптимальных гидротермических режимах — до 6 м. Обычно корневищами разного погружения занят весь поверхностный горизонт почвы 0–12 см, но корневища не очень мощные и после распахки не всегда формируют плотный поверхностный травостой. В целом в перспективе полевица побегоносная больше представляет интерес как газонный вид для ландшафтного залужения [26], в том числе засоленных участков. По сравнению с другими видами *Agrostis* полевица побегоносная обладает одним из самых высоких темпов побегообразования после многократного скашивания [27].

Для создания агроценозов кормового назначения из видов *Agrostis* наиболее перспективной является полевица ги-

гантская (белая) (*A. gigantean* subsp. *gigantean* Roth. Royal Botanic Garden Edinburgh (2001); syn. *Agrostis alba* subsp. *gigantea* (Roth.) V. Jirásek). Впервые ботаническое описание вида дано Ротхом (Roth., *Agrostis gigantea* subsp. *gigantea* = *Agrostis alba* L. subsp. *gigantea*, 1788), затем дополнено Лаестом (1836), в России — Шишкиным (1936), Гроссгеймом (1939), Цвелевым (1971, 1976) и др. [11–13]. Это многолетний мезофильный поликарпический рыхлокустовой злак полуозимого типа развития.

У полевицы гигантской доминируют тетраплоидные расы $2n = 28$, но также присутствуют гексаплоидные ($2n = 42$) в виде биологической примеси или генетического засорения [14, 16–18]. От полевицы гигантской в результате экологической, биологической и частично пространственной изоляции выделились две новые формы — *A. sabilicola* Клок. ($2n = 42$) и *A. malotica* Клок. ($2n = 28$) (М.В. Клоков, 1950, 1953). Первая произрастает на песках и цветет несколько позже полевицы гигантской в сезоне и в течение суток. Вторая обитает на засоленных почвах и цветет с 4.00 до 5.30 часов утра. Практически по ареалу произрастания они симпатричны и в их формировании основную роль сыграла, вероятно, биологическая изоляция и отличные экологические условия произрастания.

По характеру облиственности и побегообразования *A. gigantean* Roth. относят к низовым травам. Растения в кустах образуют многочисленные, преимущественно короткие вегетативные побеги, основная масса листьев располагается в прикорневой зоне. Растения активно кустятся, отличаются высокой отавностью. Полевица гигантская имеет очень

высокую зимостойкость, выносит подтопление, но плохо реагирует на засуху. Кустится очень рано весной, но цветение и выметывание соцветий начинается поздно, побегообразование проходит до поздней осени и формируется очень плотная дернина. Благодаря корневищам и усиленной побегообразовательной способности по общей кустистости превосходит другие виды подтрибы *Agrostis* L. Выделяют четыре экотипа (экологические группы) полевицы гигантской — лесолуговой, лесостепной, предгорноалтайский и южноказахстанский [28]. Луга с доминированием полевицы гигантской являются высокопродуктивными сенокосами. Как правило, в полевицевых луговых естественных сообществах *A. gigantea* образует основную массу травостоя (с проективным покрытием 50–80%), участие других видов в сложении травостоя небольшое (чаще всего 12–18 видов) [22].

Полевица гигантская приспособлена к произрастанию в широком диапазоне условий, в том числе к экстремальным местообитаниям, от высокогорных альпийских лугов до арктической зоны, в зонах критической адаптации для других видов. Весьма ценным свойством полевицы белой является способность произрастать в горных районах, выше пояса 500 м (до 1446 м), где другие виды злаков выпадают [7]. В таких случаях освободившиеся ниши местообитания занимают имеющие более высокий адаптивный потенциал полевицей.

Среди всех представителей рода *Agrostis* L. в условиях России полевица гигантская привлекла к себе наибольший хозяйственный интерес, поскольку обильно распространена в естественных фитоценозах и по сравнению с другими

видами занимает самый широкий ареал. Первые зарубежные ее сорта созданы путем отбора из дикорастущих популяций. Из самых первых сортов в Европе наиболее известным был сорт Кармос, выделенный с участка долголетнего естественного сенокоса. Полевица гигантская обеспечивает возможность получения в сезон двух–трех укосов высококачественного корма. При более жестких режимах скашивания она ослабляет кущение и изреживается, при этом теряется доля листовой фракции. Кроме того, эта культура имеет очень мелкие семена с медленными темпами первоначального развития проростков, вследствие чего их подсев в дернину не всегда удачен. В хозяйственной практике более эффективны смешанные посевы полевицы с овсяницей луговой и тимофеевкой луговой, которые имеют более слабую конкурентную способность.

С целью повышения эффективности использования в Европе созданы селекционные сорта полевицы с очень поздним весенним отрастанием. Они поздно выметывают соцветия и обеспечивают более высокое качество корма при позднем проведении первого укоса (во второй декаде июня). За счет смещения ритмов роста и получения более урожайного второго укоса возрастает значимость полевичного компонента в повышении продуктивности долголетних лугов. Подобные сорта также весьма ценны для посева с позднеспелыми сортами тимофеевки луговой.

В Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию на территории РФ, по состоянию на 2023 г. зарегистрировано восемь сортов полевицы гигантской (*A. gigantea* Roth.), девять — побегонос-

ной (*A. stolonifera* L.) и семь — тонкой (обыкновенной) (*A. tenuis* Sibth.). Также фирмой DLF Seeds A/S (Denmark) для газонного использования завозятся семена полевицы собачьей (*A. canina* L.) сорта Вилла. Последние три вида в основном используются для газонного озеленения, в том числе на полях для гольфа [29]. При этом возможно их возделывание на кормовые цели в лугопастбищном хозяйстве [2]. Следует отметить, что из общего количества зарегистрированных в Госреестре сортов полевицы побегоносной только два являются отечественными, а также один — тонкой и все восемь — гигантской. Естественно, с учетом большого количества сортов полевиц в Европе, для огромной территории нашей страны такой ограниченный сортовой ассортимент этой культуры отечественной селекции далеко не достаточен. Учитывая минимальную потенциальную потребность страны в семенах этой культуры только кормового профиля ежегодно в 600–700 т (по экспертной оценке) при фактическом производстве до 1,5–2,0 т, картина обеспеченности отечественным посевным материалом выглядит не очень позитивной. Это требует активизации селекционной работы в системе рода *Agrostis* L. и организации сортового семеноводства. Следует отметить, что на период 2000–2005 гг. ежегодное производство семян различных видов полевицы, преимущественно тонкой и побегоносной, в странах Европейского Союза (ЕС) составляло около 4,8 тыс. т. Экспорт семян этой культуры в эти годы за пределы ЕС составлял от 1,3 до 2,0 тыс. т, или 27–42% от объема производства.

Разные направления селекции и сортовой набор полевиц в РФ и странах ЕС

связан с почвенно-климатическими условиями, принятыми системами кормопроизводства и масштабами озеленения территорий. В Европе в связи с мягкими климатическими условиями в кормопроизводстве из злаковых трав наиболее востребован райграсс пастбищный, а полевицы (тонкая и побегоносная) используются относительно в небольших объемах по сравнению с другими многолетними злаковыми травами для создания пастбищ, в основном на менее плодородных землях, в горных условиях в Италии, Франции и других странах. Более распространенной практикой является использование полевиц для озеленения и создания специализированных газонов различного назначения (спортивного и др.). В РФ же до последнего времени полевица рассматривалась только с точки зрения эффективности ее использования в качестве кормовой культуры.

Рекогносцировочная селекционная работа с полевицей (изучение биологии и органогенеза) во ВНИИ кормов была начата еще в 1938 г., но она неоднократно прерывалась из-за трудностей с недостатком глубоких знаний биологии и хозяйственно полезных свойств рода *Agrostis* L. в целом и незначительным спросом на семена этой культуры лугопастбищным хозяйством. Полевица не являлась приоритетным видом кормового назначения, в связи с чем исследования по этой культуре проводились в ограниченном объеме по сравнению с более значимыми в хозяйственном отношении видами злаковых трав (кострец безостый, тимофеевка луговая, ежа сборная и др.).

В Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию на территории РФ, по со-

стоянию на 2023 г. из 8 зарегистрированных сортов полевицы гигантской четыре — селекции ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»: Альба (районирована с 2016 г.), ВИК 2 (с 1971 г.), Моршанская 97 (с 2009 г.), Чара (с 2009 г.).

Сорт ВИК 2 создан из дикорастущего образца предгорного экологического типа методом двукратного отбора в 1960-е годы [30]. Он предназначен для сенокосного использования на суходольных и низинных лугах с тяжелыми суглинистыми почвами. В одновидовом посеве урожайность сена составляет 6,5–7,0 т/га, семян — 150–200 кг/га. Сорт районирован в Рязанской, Владимирской, Ивановской, Тверской, Костромской, Тульской, Ярославской областях, Чувашской и Мордовской республиках.

Сорт средней зимостойкости и средней засухоустойчивости. Облиственность равномерная (55–60%). От весеннего отрастания до первого укоса проходит 56–63 дня, до первого стравливания — 50–55 дней. Устойчив к болезням и вредителям. Хорошо поедается животными. Содержит в сене 13,84% протеина, 38,81% клетчатки. Однако у этого сорта есть определенные недостатки: слабая устойчивость к газонному использованию, недостаточная конкурентоспособность в луговых агрофитоценозах, ограниченное продуктивное долголетие и др.

В 70-е годы прошлого столетия во ВНИИ кормов Н.С. Бехтиным была развернута селекционная работа в системе рода *Agrostis* L. Задачи селекции полевиц были определены целевым назначением будущих сортов:

— в качестве компонента травосмесей долголетнего использования на полевых землях;

- в лугопастбищном хозяйстве на долголетних лугах мезофитного типа;
- в городском хозяйстве для агроландшафтного озеленения;
- для залужения футбольных полей, ипподромов, игровых площадок;
- залужения откосов железных дорог и автобанов;
- создания газонов спортивного назначения (теннисных кортов и гольфовых площадок);
- в фиторемедиационном залужении горных отвалов, выработок, залужения участков вторичного засоления и т.д.

Через коллекционные питомники (1978–1996 гг.) в отделе селекции и первичного семеноводства многолетних злаковых трав ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса прошел оценку практически весь генофонд ВИР и доступная часть дикорастущих образцов из разных регионов мира. Следует отметить, что в России было ограничено число потребителей этих образцов для научно-селекционных целей.

В процессе предварительной оценки Н.С. Бехтиным было установлено, что в полиморфном роде *Agrostis* L. из 11 изученных видов практический интерес для культуры дернового покрова имеют пять, хотя и среди них хозяйственно-производственная значимость неоднородна. Для кормового использования доминирующее положение занимает полевица гигантская (белая), для агроландшафтного залужения — полевицы тонкая (волосовидная), собачья (*A. canina* L.), побегообразующая скученная (*A. stolonifera* var. *compacta* Hartm.) и побегоносная (*A. stolonifera* L.). Каждый из этих видов характеризуется наличием большого числа рас или форм.

Среди дерновинных форм выделяет-

ся полевица тонкая, которая является особым объектом селекционной проработки в последние 15–20 лет. При создании наиболее декоративных и долголетних газонов почти всегда рекомендуется включать полевицу тонкую, которая возобновляется короткими наземными побегами или подземными корневищами. Большинство форм способно образовывать густой плотный травяной ковер.

Полевица собачья (*Agrostis canina* L.) и полевица побегообразующая скученная (*A. stolonifera* var. *compacta* Hartm.) также весьма перспективны для создания газонов, но в меньшей степени пригодны по эксплуатационным характеристикам по сравнению с полевицей тонкой. Оба вида могут интенсивно вегетативно возобновляться в условиях достаточной влагообеспеченности, но значительно теряют эту способность в засушливых условиях.

Хозяйственно значимым видом *Agrostis* L. является полевица побегообразующая крупная (*A. stolonifera* var. *major* Malte), которая иногда также включается в газоны. Но она менее декоративна в дерновом процессе. Наряду с семенным размножением этот вид также распространяется корневищами, но при использовании на газонах не выдерживает интенсивного режима скашивания и конкуренции с другими видами.

У полевицы тонкой наибольший интерес представляют биологические формы:

- а) длиннокорневищная (7–15 см) с апогеотропными и диагеотропными тонкими побегами, толщиной у основания 1,5–2,0 мм; листовые пластинки зеленые, длиной 9–10 см, шириной 5–6 мм, плоские по сравнению с другими формами. Язычки небольшие размером 1,5 мм,

дерновинки в средневозрастном состоянии диаметром 40–60 см;

б) короткокорневищная, с рыхлой дерновиной. Побеги возобновления имеют апогеотропное или косо-апогеотропное направление роста, толщина у основания — 2 мм. Длина диагеотропной части — 2–3 см. Листовые пластинки светло-зеленые, плоские, шириной 2,5–3 мм, длиной 10–12 см. Длина язычка — 0,5 мм;

в) короткокорневищная компактная. Растения имеют плотную дерновину из апогеотропных побегов. Толщина побегов у основания — 1,8 мм. Листовые пластинки темно-зеленые, шириной 1,5–2,0 мм, длиной 10–13 см. Края листовых пластинок слегка завернуты. Длина язычка — 0,8 см. Дерновинки в средневозрастном состоянии диаметром 10–15 см. Растения высотой 40–50 см.

Было избрано направление селекции путем создания новых сложногибридных популяций, в том числе межвидовых, на основе нового соотношения и баланса генов.

В процессе исследований установлено, что в системе полученных гибридов полевицы тонкой с полевицей гигантской встречаются:

1. Длиннокорневищная высокорослая форма с круглыми соцветиями. Листья и соцветия зеленые. Форма соцветия пирамидальная. Растения с высокой жизнеспособностью. Стебли мощные, достигающие высоты до 50 см. Длина оси соцветия — 10,7 см, длина листьев генеративного побега — до 5,7 см, длина язычка — 0,5–1,5 мм. Подземные корневища длиной до 10 см. Растения формируют дерновины более 70 см. В отдельные годы доминируют генеративные побеги (до 60%). Образцы отличаются формой

соцветия, а именно углом отхождения веточек (до 60°). Веточек в мутовках больше, а длина их короче. Можно предположить, что эти формы являются гибридными между полевицей тонкой и гигантской. Да и по своему существу они гексаплоидные ($2n = 42$). По всей видимости, они сформировались от скрещивания нередуцированной материнской мегаспоры тетраплоидной полевицы тонкой с редуцированной пыльцой отцовского растения овсяницы гигантской. Отбор стабилизировал их генетическую устойчивость, дав начало формированию, по существу, нового вида.

2. Длиннокорневищная форма низкорослого типа. Дерновины меньше по размеру по сравнению с формой 1, имеют овальное очертание. Влагалища листьев и соцветий с интенсивным фиолетовым оттенком. Высота генеративных побегов — до 27,4 см, длина оси соцветия — 6,7 см, длина листьев генеративных побегов — 4,5 см, длина язычка — 1,0–1,5 мм. Листья резко суживаются к концу. Корневища вдвое короче корневищ растений группы 1 (до 5 см). Растения образуют дерновины, побеги которых имеют фиолетовый оттенок. Размер дерновинок в диаметре — до 50 см. Предполагается, что такие биотипы сформировались от тройного скрещивания: полевицы тонкой, полевицы побегоносной и полевицы гигантской. Они сходны по вегетативному возобновлению с полевицей побегоносной и гигантской, а по размерам соцветия — с полевицей побегоносной или тонкой (размер и форма). По типу же образования корневищ — с полевицей гигантской.

3. Короткокорневищная рыхлая форма. Дерновина с темно-зеленоватыми

листьями. Стебли высотой до 50 см, соцветия крупные, пирамидальные. Длина оси соцветия — до 11,6 см, длина листа генеративного побега — 4,4 см, длина язычка — 1 мм. Корневища короче растений второй группы на 1,2–1,3 см. Диаметр дерновинки в среднем — 20–30 см. Дерновинки, находясь в молодом генеративном состоянии, по очертаниям тождественны с дерновинами формы 2. Основное отличие — по окраске листьев. Такие растения чаще встречаются в популяциях Московской области, как фактор определенного доминирования в местных естественных ценозах.

4. Короткокорневищная компактная форма. Дерновинки со светло-зелеными листьями. Стебли длиной 30–40 см. Листья длинные, постепенно сужающиеся к концу. Соцветия пирамидальные, длина оси соцветия — 9,1 см, длина листа генеративного побега — 6,2 см, длина язычка — 1 мм. Корневища короткие, длиной до 1 см. Побеги возобновления плотно прилегают друг к другу. Диаметр дерновинки — 10–15 см в фазе молодого генеративного побега.

Выделенные группы биотипов при оценке в коллекционном питомнике имели различия в сроках цветения. Раньше всех зацветали дерновинки второй формы (в середине июля), затем третьей формы (конец июля). Позже всех цвели дерновинки третьей формы (начало августа). Цветение у всех групп взрывчатое с постепенным затуханием, аналогично растениям всех дикорастущих популяций. В самих соцветиях за один–два дня до начала цветения происходил процесс разрыхления метелок — веточки начинали отходить от оси соцветия, после чего через день начиналось пыление. Продолжительность мас-

сового цветения составляла 5–6 дней.

На третьем году жизни травостоев проективное покрытие у всех групп биотипов увеличивалось на 50–60%. Наиболее сильно это происходило у биотипов первой группы, которые увеличивали дерновинки до 70 см: они обильно цвели, но с этого периода начинался распад биотипов на отдельные парцеллы. Биотипы второй группы цвели менее обильно (диаметр дернинок — до 50 см). Гексаплоидные биотипы 3 и 4 формы переходили в средневозрастное состояние без существенных изменений в размерах дернинок.

На четвертом году жизни общее проективное покрытие достигало 20%, в основном за счет растений первой группы (50–60% проективного покрытия). Границы биотипов терялись, образовывались своеобразные монодоминантные группировки. Связь между побегами нарушалась, отдельные парцеллы имели 5–7 побегов. Большинство из них находилось в генеративном состоянии. Дерновинки 3 и 4 групп обнаруживали признаки угнетения и старения.

Проведенные исследования на первый взгляд имеют слабое отношение к селекции, но это далеко не так. Они являются центральным пунктом изучения устойчивости ценопопуляций. Полевица тонкая это не гомозиготный вид, а комплексный, существующий в виде нескольких различных эволюционно-генетических форм. Гибридизация и совместная изоляция обеспечивают сбалансированную гетерогенность, которая обеспечивает механизм устойчивости популяции. В то же время знание внутривидовых механизмов является биологической основой к целенаправленной селекции.

Подобное же полиморфное состояние имеет полевица побегоносная с тетраплоидными и гексаплоидными расами $2n = 28$ и $2n = 42$.

Выделенные в процессе предварительной оценки биотипы сами по себе не могут быть сортами, поскольку они генетически очень бедны. На последующем этапе селекционной работы (1983–2000 гг.) Н.С. Бехтиным было проведено создание полигибридных популяций на изолированных площадках закладки 1983, 1993, 1994, 1995 гг. по разным уровням плоидности и выраженности вегетативного возобновления, рекогносцировочная оценка гетерозиготных потомств в контрольном питомнике и получение потомств первого–четвертого годов в питомниках поликросса.

На данном этапе работы на основе комплексной оценки исходного материала Н.С. Бехтиным было сформировано восемь сложногибридных популяций на основе образцов из разных экотипов различного эколого-географического происхождения.

СГП-1. Сложногибридная популяция сенокосного типа, кормового назначения из биотипов полевицы гигантской: плоидность $2n = 28$ (тетраплоид), высоко-рослая, длиннокорневищная. Среднепопуляционное отклонение от стандарта и биотипов 18–20% по зеленой массе. Отклонение в клоновых питомниках — 19–30% по зеленой массе и 9–23% по сухой массе.

Толщина стеблей у основания — 3–4 мм. Колер светло-зеленый, поражаемость болезнями и вредителями средняя, соцветия крупные, семенная продуктивность — 30–36 г/м².

СГП-2. Сложногибридная популяция для сенокосно-пастбищного использова-

ния. Биотипы выделены на гексаплоидном уровне $2n = 42$ из популяций северо-западного экотипа. Средне- и короткокорневищные (до 60–66 см в виргильную фазу). Масса исходных биотипов превышала сорт Гуода в коллекционных питомниках на 16–18%, в селекционных — на 23–34% по наземной массе и 11–27% по кормовой массе. Потенциал вегетативного возобновления выше образца 1 (на 6–7%). Колер светло-зеленый.

СГП-3. Сложногибридная популяция многоукосного типа из тетраплоидных ($2n = 28$) биотипов полевицы тонкой. Длиннокорневищные (до 18–20 см). Высота генеративных побегов — 50–60 см, длина соцветий — до 12 см, размеры первичных дерновинок — до 60–70 см, с большим количеством генеративных побегов (>66 на один куст в виргильную фазу).

В селекционных питомниках превышение над среднепопуляционными показателями по зеленой массе достигало 31,7–48,5%, по сухой массе — 36,1–53,6%. Толщина генеративных побегов в приземном ярусе — 1,5–2,0 мм, колер темно-зеленый. Семенная продуктивность средняя, вегетативный потенциал выше СГП-2 на 11,4–28,8%. Колер светло-зеленый, но в период осеннего перехода слабо-фиолетовый. Поражаемость болезнями и вредителями средняя.

СГП-4. Сложногибридная популяция универсального типа использования полевицы тонкой $2n = 42$, кусты компактные со светло-зелеными листьями, низкорослые — 30–40 см, диаметр дерновинок — 20–22 см. Исходные биотипы превосходили стандарт Гуода по вегетативному возобновлению на 34–60%. В селекционных питомниках преимущества по зеленой надземной массе достига-

ли 49,4–59,6%, по сухой массе — на 59,5–70,3%. Слабополегающие, кусты почти компактные.

Тонкостебельные, диаметр приземного яруса генеративных побегов 1,5–2,2 мм. Неполегающие, колер светло-зеленый.

СП-5. Сложногибридная популяция универсального типа использования короткокорневищной полевицы тонкой $2n = 42$. Размер дерновинок при первичном отборе — 26–28 см, высота яруса генеративных побегов — 100–105 см. Преимущество над сортом Гуода по вегетативному возобновлению 54–58%. Средние показатели по полегаетости.

Потенциал вегетативного возобновления высокий. В селекционных питомниках преимущества над сортом Гуода достигали по зеленой массе 53–71%, по воздушно-сухой — 64,0–73,2%. Полегаетость средняя, толщина генеративных побегов у основания — 1,6–1,8 мм.

СП-6. Популяция универсального многоукосного использования, аналогична СП-5, но имеет фиолетовую окраску соцветий. Пloidность исходных биотипов $2n = 42$, соцветия строго пирамидальные, среднеспелого типа. Преимущества исходных биотипов по вегетативному потенциалу — 68–72%.

СП-7. Сложногибридная популяция газонного типа создана из тетраплоидных форм полевицы тонкой. Короткокорневищная, диаметр дерновинок исходных биотипов — 20–26 см, неполегающие, с фиолетовой окраской соцветий. Высота генеративных побегов — 60–70 см, толщина стеблей у основания — 1,6–2,0 мм. Преимущество вегетативного потенциала над стандартом — 34%. Биотипы тетраплоидные ($2n = 28$). В селекционном питомнике преимуще-

ства лучших отборов по зеленой массе — 31,2–48,5%, по воздушно-сухой массе — 48,3–49,7%. Полегаетость слабая.

СП-8. Создана путем поликросса восьми гексаплоидных биотипов. Сложногибридная популяция универсального типа использования на базе мезофитных биотипов из популяций полевицы гибридной (полевица гигантская × полевица тонкая), $2n = 42$. В гексаплоидной форме совмещены нередуцированная материнская мегаспора полевицы тонкой, обуславливающая тонкие генеративные побеги с диаметром у основания 1,4–1,8 мм, специфичную форму язычка. От полевицы гигантской в потомстве наследуется высота генеративных побегов, что обусловлено редуцированной формой мужских гамет (пыльца). Несмотря на высокорослый травостой, полегаетость незначительная. В случае ливневых осадков стебли полегают, но затем восстанавливают ортотропный рост за счет развития меристем нижних узлов междоузлия. Дерновинки у родительских генотипов мелкие (10–15 см), соцветия строго пирамидальные. Материнские биотипы среднеспелого типа, имеют преимущества над стандартом Гуода по вегетативному потенциалу на 68–72%.

Следует отметить, что в процессе создания вышеописанных сложногибридных популяций не полностью использован спектр первичных отборов, поэтому на всех предварительных этапах сохранен страхфонд, по возможности сохраняющий уровень оригинальности получаемого материала. Так была сохранена большая часть исходных коллекционных образцов, семена отборов перспективных биотипов, семена с селекционных питомников. Хотя этот материал

и имеет генетическую загрязненность по типам гетерозигот (каждый опыленный цветок — генетическая гетерозигота), все же ориентировочно можно иметь представление о возможных вариантах переопыления. Практически же поступательные этапы селекционного процесса проводились на базе использования материала, полученного путем вегетативного размножения. Таким образом допускалось, что репродуктивный способ возобновления касается только гаметофита, а спорофит стабилен. Этим и обуславливался контроль генетической стабильности. Если использовать семенное потомство сразу, то неизвестные гетерозиготы могут полностью перекрыть эффективность отборов.

В основе создания СГП исходили из более высокой значимости материнских форм, как базисной основы для сохранения исходных признаков отбора. Практически же в поликроссной популяции каждый родительский генотип может нести и материнские и отцовские признаки.

В первом году использования травостоев СГП с длиннокорневищными формами обеспечивали урожайность ниже по сравнению с короткорневищными. Так, в первом укосе стандарт Гуода, СГП-1, СГП-2 длиннокорневищного типа обеспечивали сбор кормовой массы 22,0–24,2 т/га, во втором — 17,0–19,6, в третьем — 11,8–14,8 т/га, в то время как короткорневищные формы полевицы тонкой имели урожайность по группам соответственно 27,0–28,0, 24,0–24,8, 22,6–20,0 т/га. На этих контрастных фонах полевица гибридная СГП-8 (межвидовой гибрид от скрещивания полевицы тонкой и гигантской) обеспечивала урожайность соответственно 30,6; 24,0 и 23,2 т/га. В

общегодовом урожае сумма укосов стандарта Гуода составила 53,4 т/га, в то время как поликроссные формы полевицы тонкой выходили за пределы 70,0 т/га, а урожайность полевицы гибридной (СГП-8) доходила до 77,8 т/га. Поликроссы биотипов полевицы гигантской превышали стандарт по годовой урожайности зеленой массы в пределах 9,3–48,3%, полевицы тонкой — 28,4–48,3%, полевицы гибридной — 45,6 %.

Различия по продуктивности зеленой массы между СГП гексаплоидными формами полевицы были небольшими, спектр различий был значительно шире между аналогичными по пloidности образцами полевицы тонкой.

На втором году хозяйственного использования травостоев суммарная урожайность стандарта составила 58,8 т/га, диапазон суммарной урожайности в серии полигибридов полевицы тонкой — 75,8–78,0 т/га, а гибридной — 84,8 т/га, прибавки по группам 2–4 составили от 1,87 до 2,41 и 4,42 т/га.

На третьем году использования травостоев урожайность зеленой массы сорта Гуода составила 40,0 т/га, а по лучшему образцу СГП-8 — 74,4 т/га, или относительная прибавка достигала 86,0%. Снижение урожайности сорта Гуода сопровождалось формированием парцелл и образованием небольших кочек на местах выпадения, т. е. при изреживании травостоя. Такая же тенденция проявлялась у длиннокорневищных СГП полевицы тонкой. В то же время короткорневищная популяция СГП-8 все время сохраняла сплошную замкнутую дернину без признаков старения. Повидимому, это определялось спецификой потенциала вегетативного возобновления клонов гибридной природы.

В селекционном питомнике потомства отобранных биотипов превосходили сорт Гуода (стандарт) по зеленой массе на 28,3–33,1%, по сухой массе — на 39,9–44,0%. Соцветия фиолетовой окраски до конца цветения, затем к созреванию семян приобретают светло-серебристую окраску. Семенная продуктивность, устойчивость к болезням и вредителям высокие. В условиях селекционного питомника травостой выдерживали до 14-кратных скашиваний в сезон, не подвергаясь депрессии вегетативного возобновления в потомствах. Деление на парцеллы почти нет в течение четырех сезонов хозяйственного использования.

На основе СГП-8 в процессе дальнейшей селекционной работы был выведен новый гексаплоидный сорт Чара. Сорт создан путем жесткого контроля по генотипу и определенной гомогенности

фенотипа, хотя и сохранил довольно высокий уровень панмиксии. При соблюдении пространственной изоляции сорт трудно изменить из-за высокой внутрибиотипической и ценотипической совместимости. От полевицы тонкой он унаследовал апогеотропный рост, фиолетовую окраску соцветий, редуцированный язычок, тонкие у основания генеративные побеги (1,6–1,8 мм). От полевицы гигантской сорт унаследовал способность к образованию коротких корневищ, способность формировать высокие генеративные побеги (до 105 см), долголетие травостоев, хорошую поедаемость корма.

Ежегодно во ВНИИ кормов для реализации производится до 1,0 т семян суперэлиты сортов Чара и ВИК 2 с использованием технологий возделывания на основе учета их биологических сортовых особенностей [31].

Литература

1. Формирование продукционного процесса самовозобновляющихся травостоев в условиях осушаемых земель Нечерноземья / Н.Н. Иванова, А.Д. Капсамун, Е.Н. Павлючик и др. // Кормопроизводство. – 2020. – № 6. – С. 9–15.
2. Долголетие и урожайность злаковых трав газонного типа при использовании на кормовые цели / Н.Н. Лазарев, В.В. Соколова, Я.Г. Бутько, С.М. Авдеев // Кормопроизводство. – 2019. – № 2. – С. 8–13.
3. Бирюкович А.Л., Марченко Н.В. Формирование луговых травостоев на переувлажненных участках // Мелиорация. – 2006. – № 2 (56). – С. 125–131.
4. Изучение дернообразующих злаковых трав в условиях Таежной зоны / Л.Д. Уразова, О.В. Литвинчук, Ю.В. Чудинова, А.В. Гааг // Инновации и продовольственная безопасность. – 2018. – № 4 (22). – С. 85–90.
5. Малышев Л.Л. Оценка репрезентативности генофонда полевицы (*Agrostis* L.) на территории Российской Федерации и сопредельных стран в коллекции ВИР // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2020. – Т. 181, № 2. – С. 9–13. – DOI: 10.30901/2227-8834-2020-2-9-13.
6. Yuan J. et al. (2018). Genome-wide analysis reveals four key transcription factors associated with cadmium stress in creeping bentgrass (*Agrostis stolonifera* L.). *PeerJ* 6: e5191. DOI: org/10.7717/peerj.5191.
7. Alina L., Ilie R., Horablaga M. The distribution of species *Agrostis capillaris* L. across the grasslands in Banat Mountains. *Romanian Journal of Grassland and Forage Crops*. 2014. V. 10. P. 67.

8. Burescu L.I.N. et al. Vegetation and productive potential of dominant grasslands by *Festuca valesiaca* and *Agrostis capillaris* in northwestern Romania. *Romanian Agricultural Research*. 2022. N. 39. Pp. 521–534.
9. Truyens S. et al. The effect of long-term Cd and Ni exposure on seed endophytes of *Agrostis capillaris* and their potential application in phytoremediation of metal-contaminated soils. *International journal of phytoremediation*. 2014. V. 16. N. 7–8. Pp. 643–659. DOI: org/10.1080/15226514.2013.837027.
10. Amundsen K., Warnke S. Species relationships in the genus *Agrostis* based on flow cytometry and MITE-display molecular markers. *Crop science*. 2011. V. 51. N. 3. Pp. 1224–1231. DOI: org/10.2135/cropsci2010.09.0512.
11. Гроссгейм А.А. Флора Кавказа. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Баку : Изд-во АзФАН, 1939–1945. – 3 т.; 321 с.
12. Цвелев Н.Н. Злаки СССР / Отв. ред. А.А. Федоров. – Ленинград : Наука, Ленингр. отд-ние, 1976. – 788 с.
13. Шишкин И.К. Сорные растения Южной части Дальневосточного края. – Хабаровск : Дальгиз, 1936. – 142 с.
14. Bonos S.A., Plumley K.A., Meyer W.A. Ploidy determination in *Agrostis* using flow cytometry and morphological traits. *Crop science*. 2002. V. 42. N. 1. Pp. 192–196. DOI: org/10.2135/cropsci2002.1920.
15. Цвелев Н.Н. Заметки о роде полевиц (*Agrostis* L., *Poaceae*) в Восточной Европе // Новости систематики высших растений. – 2010. – Т. 42. – С. 40–49.
16. Bradshaw A.D. Natural hybridization of *Agrostis tenuis* Sibth. and *A. stolonifera* L. *New Phytologist*. 1958. V. 57. N. 1. Pp. 66–84.
17. Wipff J.K., Fricker C.R. Determining gene flow of transgenic creeping bentgrass and gene transfer to other bentgrass species. *Diversity*. 2000. V. 16. N. 1/2. Pp. 36–39.
18. Amundsen K., Warnke S. Species relationships in the genus *Agrostis* based on flow cytometry and MITE- display molecular markers. *Crop science*. 2011. V. 51. N. 3. Pp. 1224–1231. DOI: org/10.2135/cropsci2010.09.0512.
19. Енущенко И.В. О некоторых видах рода *Agrostis* L. (*Poaceae*) в Северной Азии // Новости систематики высших растений. – 2009. – № 41. – С. 5–17.
20. Курченко Е.И. Род *Agrostis* L. в России и сопредельных странах: Морфология, систематика, эволюционные отношения : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – М. : Моск. пед. гос. ун-т, 2002. – 44 с.
21. Karlsen Å.K., Steiner J.J. Scandinavian colonial bentgrass diversity described by RAPD, variable chlorophyll fluorescence, and collecting site ecogeography. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science*. 2007. V. 57. N. 1. Pp. 23–34. DOI: org/10.1080/09064710500517865.
22. Кардашевская В.Е. Изменчивость морфологических признаков в онтогенезе и тактики выживания полевицы гигантской (*Agrostis gigantea* Roth.) в Центральной Якутии // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2011. – № 14–1 (98). – С. 274–279.
23. Scheef E.A., Casler M.D., Jung G. Development of species-specific SCAR markers in bentgrass. *Crop Science*. 2003. V. 43. N. 1. Pp. 345–349. DOI: org/10.2135/cropsci2003.3450.
24. *Agrostis stolonifera* L. [*A. stolonizans* Bess. ex Schult. et Schult.f., *A. alba* auct. p.p.]. Полевица побегоносная, или столонообразующая // Иллюстрированный определитель растений Средней России: в 3 т. / И.А. Губанов, К.В. Киселева, В.С. Новиков, В.Н. Тихомиров. – М. : Товарищество науч. изд. КМК : Ин-т технол. исслед., 2002. – Т. 1: Папоротники, хвощи, плауны, голосеменные, покрытосеменные (однодольные). – С. 187–527.
25. Amundsen K. et al. Miniature inverted-repeat transposable element identification and genetic marker development in *Agrostis*. *Crop science*. 2011. V. 51. N. 2. Pp. 854–861. DOI: org/10.2135/cropsci2010.04.0215.

26. Биолого-декоративная оценка многолетних трав, предназначенных для создания различных газонов при зеленом строительстве в Западной Сибири / Н.А. Бондаренко, А.Ф. Степанов, С.П. Чибис, С.В. Исаенко // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2023. – № 1 (49). – С. 16–26. – DOI: 10.48136/2222-0364_2023_1_16.
27. Лазарева Т.С., Тазина С.В. Продуктивность побегообразования газонных трав в различных почвенных условиях Рязанской области // Вестник ландшафтной архитектуры. – 2020. – № 24. – С. 33–41.
28. Люшинский В.В., Прижуков Ф.Б. Семеноводство многолетних трав. – М. : Колос, 1973. – 248 с.
29. Belanger F.C. et al. Interspecific hybridization between *Agrostis stolonifera* and related *Agrostis* species under field conditions. *Crop science*. 2003. V. 43. N. 1. Pp. 240–246. DOI: org/10.2135/cropsci2003.2400.
30. Каталог районированных сортов селекции Всесоюзного научно-исследовательского института кормов им. В.Р. Вильямса / Н.С. Бехтин, О.Ф. Ежакова, В.П. Коробов и др. – М. : Подразделение оперативной печати ВИК, 1985. – 24 с.
31. Агрэкологические и технологические аспекты семеноводства новых сортов полевицы гигантской [Электронный ресурс] / Н.И. Переправо, В.Э. Рябова, В.Н. Золотарев [и др.] // Адаптивное кормопроизводство. – 2014. – № 4. – С. 45–60. – URL: <http://www.adaptagro.ru>.

References

1. Ivanova N.N., Kapsamun A.D., Pavlyuchik E.N. et al. Formirovaniye produktsionnogo protsessa samovozobnovlyayushchikhsya travostoyev v usloviyakh osushayemykh zemel' Nechernozem'ya [Formation of the production process of self-renewing grass stands in the conditions of drained lands of the Non-Black Earth Region]. *Kormoproizvodstvo [Fodder production]*, 2020, no. 6, pp. 9–15.
2. Lazarev N.N., Sokolova V.V., Butko Ya.G., Avdeev S.M. Dolgoletiyе i urozhaynost' zlakovykh trav gazonnogo tipа pri ispol'zovanii na kormovyye tseli [Longevity and productivity of lawn-type cereal grasses when used for fodder purposes]. *Kormoproizvodstvo [Fodder production]*, 2019, no. 2, pp. 8–13.
3. Biryukovich A.L., Marchenko N.V. Formirovaniye lugovykh travostoyev na pereuvlazhnennykh uchastkakh [Formation of meadow grass stands in waterlogged areas] *Melioratsiya [Melioration]*, 2006, no. 2 (56), pp. 125–131.
4. Urazova L.D., Litvinchuk O.V., Chudinova Yu.V., Gaag A.V. Izucheniye dernoobrazuyushchikh zlakovykh trav v usloviyakh Tayezhnoy zony [Study of turf-forming cereal grasses in the conditions of the Taiga zone]. *Innovatsii i prodovol'stvennaya bezopasnost' [Innovation and food security]*, 2018, no. 4 (22), pp. 85–90.
5. Malyshev L.L. Otsenka reprezentativnosti genofonda polevitsy (*Agrostis* L.) na territorii Rossiyskoy Federatsii i sopredel'nykh stran v kollektzii VIR [Assessment of the representativeness of the bentgrass (*Agrostis* L.) gene pool on the territory of the Russian Federation and neighboring countries in the VIR collection]. *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i seleksii [Proceedings on applied botany, genetics and selection]*, 2020, vol. 181, no. 2, pp. 9–13, DOI: 10.30901/2227-8834-2020-2-9-13.
6. Yuan J. et al. (2018). Genome-wide analysis reveals four key transcription factors associated with cadmium stress in creeping bentgrass (*Agrostis stolonifera* L.). *PeerJ* 6: e5191. DOI: org/10.7717/peerj.5191.
7. Alina L., Ilie R., Horablaga M. The distribution of species *Agrostis capillaris* L. across the grasslands in Banat Mountains. *Romanian Journal of Grassland and Forage Crops*. 2014. V. 10. P. 67.
8. Burescu L.I.N. et al. Vegetation and productive potential of dominant grasslands by *Festuca valesiaca* and *Agrostis capillaris* in northwestern Romania. *Romanian Agricultural Research*. 2022. N. 39. Pp. 521–534.

9. Truyens S. et al. The effect of long-term Cd and Ni exposure on seed endophytes of *Agrostis capillaris* and their potential application in phytoremediation of metal-contaminated soils. *International journal of phytoremediation*. 2014. V. 16. N. 7–8. Pp. 643–659. DOI: org/10.1080/15226514.2013.837027.
10. Amundsen K., Warnke S. Species relationships in the genus *Agrostis* based on flow cytometry and MITE-display molecular markers. *Crop science*. 2011. V. 51. N. 3. Pp. 1224–1231. DOI: org/10.2135/cropsci2010.09.0512.
11. Grossgeym A.A. Flora Kavkaza [Flora of the Caucasus]. Baku, AzFAN Publ., 1939–1945, 3 vol., 321 p.
12. Tsvelev N.N. Zlaki SSSR [Cereals of the USSR]. Rep. ed. A.A. Fedorov. Leningrad, Nauka Publ., Leningrad. department, 1976, 788 p.
13. Shishkin I.K. Sornyye rasteniya Yuzhnoy chasti Dal'nevostochnogo kraya [Weeds of the southern part of the Far Eastern Territory]. Khabarovsk, Dalgiz Publ., 1936, 142 p.
14. Bonos S.A., Plumley K.A., Meyer W.A. Ploidy determination in *Agrostis* using flow cytometry and morphological traits. *Crop science*. 2002. V. 42. N. 1. Pp. 192–196. DOI: org/10.2135/cropsci2002.1920.
15. Tsvelev N.N. Notes on the genus of bent grass (*Agrostis* L., *Poaceae*) in Eastern Europe [Zametki o rode polevits (*Agrostis* L., *Poaceae*) v Vostochnoy Yevrope]. *Novosti sistematiki vysshikh rasteniy* [News of taxonomy of higher plants], 2010, vol. 42, pp. 40–49.
16. Bradshaw A.D. Natural hybridization of *Agrostis tenuis* Sibth. and *A. stolonifera* L. *New Phytologist*. 1958. V. 57. N. 1. Pp. 66–84.
17. Wipff J.K., Fricker C.R. Determining gene flow of transgenic creeping bentgrass and gene transfer to other bentgrass species. *Diversity*. 2000. V. 16. N. 1/2. Pp. 36–39.
18. Amundsen K., Warnke S. Species relationships in the genus *Agrostis* based on flow cytometry and MITE- display molecular markers. *Crop science*. 2011. V. 51. N. 3. Pp. 1224–1231. DOI: org/10.2135/cropsci2010.09.0512.
19. Enushchenko I.V. O nekotorykh vidakh roda *Agrostis* L. (*Poaceae*) v Severnoy Azii [About some species of the genus *Agrostis* L. (*Poaceae*) in Northern Asia]. *Novosti sistematiki vysshikh rasteniy* [News of taxonomy of higher plants], 2009, no. 41, pp. 5–17.
20. Kurchenko E.I. Rod *Agrostis* L. v Rossii i sopredel'nykh stranakh: Morfologiya, sistematika, evolyutsionnyye otnosheniya [Genus *Agrostis* L. in Russia and neighboring countries: Morphology, systematics, evolutionary relations : abstract dis. ... Dr. Biol. Sci.]. Moscow, 2002, 44 p.
21. Karlsen Å.K., Steiner J.J. Scandinavian colonial bentgrass diversity described by RAPD, variable chlorophyll fluorescence, and collecting site ecogeography. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science*. 2007. V. 57. N. 1. Pp. 23–34. DOI: org/10.1080/09064710500517865.
22. Kardashevskaya V.E. Izmenchivost' morfologicheskikh priznakov v ontogeneze i taktiki vyzhivaniya polevitsy gigantской (*Agrostis gigantea* Roth.) v Tsentral'noy Yakutii [Variability of morphological characters in ontogenesis and survival tactics of giant bentgrass (*Agrostis gigantea* Roth.) in Central Yakutia]. *Nauchnyye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Yestestvennyye nauki* [Scientific bulletins of Belgorod State University. Series: Natural Sciences], 2011, no. 14–1 (98), pp. 274–279.
23. Scheef E.A., Casler M.D., Jung G. Development of species-specific SCAR markers in bentgrass. *Crop Science*. 2003. V. 43. N. 1. Pp. 345–349. DOI: org/10.2135/cropsci2003.3450.
24. Gubanov I.A., Kiseleva K.V., Novikov V.S., Tikhomirov V.N. *Agrostis stolonifera* L. [*A. stolonizans* Bess. ex Schult. et Schult.f., *A. alba* auct. p.p.]. Polevitsa pobegonosnaya, ili stolonoobrazuyushchaya [Bentgrass shoot-bearing, or stolon-forming]. *Illyustrirovannyi opredelitel' rasteniy Sredney Rossii: v 3 t.* [Illustrated guide to plants of Central Russia: in 3 volumes]. Moscow, 2002. Vol. 1: Ferns, horse-tails, club mosses, gymnosperms, angiosperms (monocots), pp. 187–527.

25. Amundsen K. et al. Miniature inverted-repeat transposable element identification and genetic marker development in *Agrostis*. *Crop science*. 2011. V. 51. N. 2. Pp. 854–861. DOI: [org/10.2135/cropsci2010.04.0215](https://doi.org/10.2135/cropsci2010.04.0215).
26. Bondarenko N.A., Stepanov A.F., Chibis S.P., Isaenko S.V. Biologo-dekorativnaya otsenka mnogoletnikh trav, prednaznachennykh dlya sozdaniya razlichnykh gazonov pri zelenom stroitel'stve v Zapadnoy Sibiri [Biological and decorative assessment of perennial grasses intended for creating various lawns during green construction in Western Siberia]. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [*Bulletin of the Omsk State Agrarian University*], 2023, no. 1 (49), pp. 16–26. DOI: [10.48136/2222-0364_2023_1_16](https://doi.org/10.48136/2222-0364_2023_1_16).
27. Lazareva T.S., Tazina S.V. Produktivnost' pobegoobrazovaniya gazonnykh trav v razlichnykh pochvennykh usloviyakh Ryazanskoj oblasti [Productivity of shoot formation of lawn grasses in various soil conditions of the Ryazan region]. *Vestnik landshaftnoy arkhitektury* [*Bulletin of landscape architecture*], 2020, no. 24, pp. 33–41.
28. Lyushinsky V.V., Prizhukov F.B. Semenovodstvo mnogoletnikh trav [Seed production of perennial grasses]. Moscow, Kolos Publ., 1973, 248 p.
29. Belanger F.C. et al. Interspecific hybridization between *Agrostis stolonifera* and related *Agrostis* species under field conditions. *Crop science*. 2003. V. 43. N. 1. Pp. 240–246. DOI: [org/10.2135/cropsci2003.2400](https://doi.org/10.2135/cropsci2003.2400).
30. Bekhtin N.S., Ezhakova O.F., Korobov V.P. et al. Katalog rayonirovannykh sortov selektsii Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta kormov im. V.R. Vil'yamsa [Catalog of zoned varieties of selection of the All-Union Research Institute of Feed named after V.R. Williams]. Moscow, Operational Press Division of the VIK, 1985, 24 p.
31. Perepravo N.I., Ryabova V.E., Zolotarev V.N. et al. Agroekologicheskiye i tekhnologicheskiye aspekty semenovodstva novykh sortov polevitsy gigantskoy [Agroecological and technological aspects of seed production of new varieties of giant bentgrass]. *Adaptivnoye kormoproizvodstvo* [*Adaptive fodder production*], 2014, no. 4, pp. 45–60. URL: <http://www.adaptagro.ru>.

УДК 633.23:631.527:581. 52

DOI: <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2023-3-50-62>

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ХОЗЯЙСТВЕННО ПОЛЕЗНЫЕ ПРИЗНАКИ СОРТОВ ПОЛЕВИЦЫ ГИГАНТСКОЙ ЧАРА И АЛЬБА

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

BIOLOGICAL AND ECONOMICALLY USEFUL FEATURES OF RED TOP VARIETIES CHARA AND ALBA

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

Из рода полевиц (*Agrostis* L.) полевица гигантская (*A. gigantea* Roth.) является наиболее адаптивным видом. В ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» созданы и зарегистрированы в Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию на территории РФ, сорта полевицы гигантской Чара и Альба. Сорта отличаются высоким адаптивным потенциалом и неприхотливостью. Характеризуются конкурентоспособностью при возделывании в поливидовых травосмесях. В условиях Центрального региона России сорт Чара формирует высокие урожаи зеленой массы в режиме трехкратного скашивания — до 47,2 т/га, сухой массы — 12,1 т/га, что выше стандарта на 25,4 и 38,3%. Урожайность семян сорта Чара с травостоев первого года пользования — 400 кг/га, что выше стандарта на 36,8%. Сорт Альба характеризуется повышенной засухоустойчивостью. Предназначен для газонного и пастбищного использования. В условиях Центрально-Черноземного региона урожайность зеленой массы составляет 27,3–34,5 т/га, семян, в зависимости от года пользования травостоя, — 412–194 кг/га. При газонном использовании сортов густота побегов в травостоях второго года жизни может достигать 76,0 тыс. шт./м². В условиях достаточного увлажнения при соблюдении технологии ухода за газонами высокая плотность побегов может сохраняться на протяжении шести лет. Сорта отличаются устойчивостью к поражению болезнями.

Ключевые слова: полевица гигантская, сорта, урожайность, семена.

From the genus bentgrass (*Agrostis* L.) red top (*A. gigantea* Roth.) is the most adaptive species. Red top varieties Chara and Alba have been created and registered in the State Register of Breeding Achievements Approved for Use in the territory of the Russian Federation in the Federal Scientific Center "VIK named after V.R. Williams". The varieties are characterized by high adaptive potential and unpretentiousness. They are characterized by competitiveness when cultivated in poly-species grass mixtures. In the conditions of the Central region of Russia, the Chara variety forms high yields of green mass in the mode of triple mowing, up to 47.2 t/ha, dry weight 12.1 t/ha, which is 25.4 and 38.3% higher than the standard. The yield of seeds of the Chara variety from grass stands of the first year of use is 400 kg/ha, which is

36.8% higher than the standard. The Alba variety is characterized by increased drought resistance. Designed for lawn and pasture use. In the conditions of the Central Chernozem region, the yield of green mass is 27.3–34.5 t/ha, seeds — depending on the year of use of the herbage, 412–194 kg/ha. When lawn varieties are used, the density of shoots in the herbage of the second year of life can reach 76.0 thousand pcs/m². In conditions of sufficient moisture, with the observance of lawn care technology, a high density of shoots can be maintained for 6 years. The varieties are resistant to disease.

Keywords: red top, varieties, yield, seeds.

В Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию на территории РФ, по состоянию на 2023 г. из восьми зарегистрированных сортов полевицы гигантской — четыре селекции ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»: Альба (районирована с 2016 г.), ВИК 2 (с 1971 г.), Моршанская 97 (с 2009 г.), Чара (с 2009 г.).

В настоящее время наиболее востребован сорт **Чара**. Сорт Чара создан путем поликросса восьми гексаплоидных биотипов. Сложногибридная популяция универсального типа получена на базе мезофитных биотипов из популяций полевицы гибридной (полевица гигантская (*Agrostis gigantea* Roth.) × полевица тонкая (*Agrostis tenuis* Sibth.), $2n = 42$). В гексаплоидной форме совмещены нередуцированная материнская мегаспора полевицы тонкой, обуславливающая тонкие генеративные побеги и специфичную форму язычка. От полевицы гигантской в потомстве наследуется высота генеративных побегов, что обусловлено редуцированной формой мужских гамет (пыльца). Несмотря на высокорослый травостой, полегаемость незначительная. В случае ливневых осадков стебли полегают, но затем восстанавливают ортотропный рост за счет развития меристем нижних узлов междуузлия. Дерновинки у родительских генотипов мелкие (10–15 см), соцветия строго пирамидальные. Материнские биотипы

среднеспелого типа, имеют преимущества над стандартом Гуода по вегетативному потенциалу на 68–72%.

Выведенный сорт создан путем жесткого контроля по генотипу и определенной гомогенности фенотипа, хотя и сохранил довольно высокий уровень панмиксии. При соблюдении пространственной изоляции сорт трудно изменить из-за высокой внутривиотипической и ценотипической совместимости. От полевицы тонкой он унаследовал апогеотропный рост, фиолетовую окраску соцветий, редуцированный язычок, тонкие у основания генеративные побеги (1,4–1,8 мм). От полевицы гигантской сорт унаследовал способность к образованию коротких корневищ, способность формировать высокие генеративные побеги (до 105 см), долголетие травостоев, хорошую поедаемость корма.

Генеративные побеги представлены двумя типами — из коронки (развитые апогеотропные) и из усиков корневищ (плагиотропные). Высота их достигает 76–105 см, до начала соцветия — 54 см. Количество — до 258–260 шт. на растение. Нижние междуузлия сближенные, до 2 см, последующие — 10, 20, 34 см и более. Стебли полупрямостоячие. Генеративные побеги расположены радиально. Ширина кустов при индивидуальном размещении у основания — 15–18 см, в последующие годы — до 40 см. Листья у генеративных побегов очередные, состо-

ят из влагалищ и листовых пластинок. Листьев обычно семь, но три листа нижнего яруса отмирают к фазе цветения. Длина листовых пластинок нижних ярусов — 10–12 см, ширина — 4–7 мм. Листья плоские или незначительно свернутые, тонкие. Окраска листьев темно-зеленая. При резкой смене внешних температур листья приобретают фиолетовую окраску, но с наступлением стабильных температур зеленая окраска листьев восстанавливается. Иногда листья приобретают сизовато-зеленый оттенок. Удлиненно-вегетативные побеги имеют узлы, но не имеют генеративных побегов. Нередко образуются ложные удлиненно-вегетативные побеги. Они представляют собой вегетативные листовые трубки, но не имеют стеблевых узлов. Длина таких вегетативных побегов достигает 42 см, образуя ярус с доминированием вегетативной сферы. Нижние междоузлия удлиненно-вегетативных побегов достигают длины 2 см, последующие нарастают до 14,5 см. Ширина листовых пластинок — 5–7 мм. Отдельную фракцию составляют вегетативные побеги, имеющие от двух до трех-четырёх листьев, или элементарные нераскрытые шильца. На месте отхода листовых пластинок от основного стебля имеется пленчатый язычок, до 6 мм, островатый, несколько закругленный, ушки слабо развитые. Флаговый лист короткий, 12–15 см, с листовой пластинкой длиной до 6 см, шириной 4 мм.

Стебель округлый по всей высоте, генеративные побеги завершаются соцветиями. Влагалища листьев на всем протяжении не замкнутые.

Соцветие — рыхлая зеленоватая метелка или буро-фиолетовая метелка, до

цветения сжатая, позже раскидистая, конусовидная. От отцовской формы унаследована большая длина метелки, до 15–16 см. Она промежуточной формы: от отцовской формы унаследована длина, от материнской — окраска. Обычно соцветие состоит из восьми мутовок. Мутовки охватывают диаметр оси соцветия почти полностью, отличаясь от других метельчатых видов, где доминируют полумутовки со спиральным размещением по оси соцветия. В акропетальном направлении размещение мутовок по оси соцветия неравномерное. Длина самого верхнего междоузлия — до 4,6 см. Последующие промежутки между мутовками — 4,0, 3,0, 2,5, 2,0, 1,1, 0,8, 0,4 см; количество веточек в мутовках — 19, 12, 8, 4, 2, 1,1, 0,8, 0,4. С первой по четвертую мутовки имеют веточки разной длины, самые длинные из них способны ветвиться на второй и третий порядки. Колоски одиночные, расположенные по концам или имеют короткие ножки. Сами колоски мелкие, одноцветковые. Колосковые чешуи длиной 2–2,5 мм. Цветочные чешуи неравные (верхняя почти вдвое короче нижней), без остей. Верхняя цветочная чешуя гладкая, нижняя по килю шероховатая. Количество цветков по мутовкам в акропетальном направлении — 118, 94, 76, 43, 18, 4, 9, 7. Таким образом, в одном соцветии образуется до 364 колосков, которые при полном завязывании могут сформировать до 3,6 г семян. Но практически структурные элементы соцветий деградируют с возрастом травостоя по годам жизни, и величина урожая определяется также в зависимости от погодных условий цветения и опыления (сильно снижаясь при полегании).

Вследствие дефектов пыльцы, дегенерации части семязачатков из-за генетических причин или их недостаточной обеспеченности пластическими веществами из образовавшихся завязей до полноценных семян обычно развивается менее половины.

У сорта Чара очень небольшой диаметр генеративных побегов в приземном ярусе (1,4–1,8 мм), что отличает его от аналогов истинной полевицы гигантской (до 3,5–4,0 мм), но, тем не менее, она полегает незначительно в зависимости от места формирования в системе особи (от коронки или из корневищ). Облиственность генеративных побегов составляет 37%, удлинённо-вегетативных — 33%, укороченных — 30%. В отавах доминирует в основном листовая масса. Тенденция появления генеративных побегов во второй отаве незначительна и не превышает 1,0–1,5%. Фактически каждое растение сорта Чара формирует два яруса, из которых корневищные и апогеотропные формы занимают доминирующее положение, в то время как побеги приземного горизонта играют соподчиненную роль, за счет сильного затенения они не всегда достигают виргильной фазы и погибают, создавая материал для образования отмершей старики. Эта фракция побегов практически не играет роли в определении величины укосов, но при учетах создает искаженный фон.

Урожайность зеленой массы в режиме трехкратного скашивания — 47,2 т/га, сухой массы — 12,1 т/га, что выше стандарта на 25,4 и 38,3%. По общей кустистости сорт Чара превышает стандарт на 30–40%.

Особую ценность представляет способность к возобновлению при частых скашиваниях травостоев.

Сорт предназначен для газонного, фиторемедиационного залужения и сенокосно-пастбищного использования. Формирование укосов и созревание семян на одну неделю позже стандарта Гуода. Число хромосом $2n = 42$. Имеет высокую зимостойкость, устойчивость к болезням, высокую конкурентную способность с сорняками на травостоях возраста более трех лет. Густота дернины на семенных травостоях до 16 тысяч побегов на 1 м^2 , газонах регулярного скашивания — до 60 тыс. шт./ м^2 , что значительно выше сортов Гуода и ВИК 2.

Высокая побегообразовательная способность у сорта Чара и более равномерная динамика плотности дернины с возрастом травостоев свидетельствуют о надежном потенциале вегетативного возобновления, что обеспечивает повышенный диапазон адаптационной способности за счет компенсационного возобновления.

К достоинствам нового сорта можно также отнести высокую репродуктивную способность. Так, по закладкам первого–третьего годов пользования в первый год насчитывалось в диапазоне 704–960 шт./ м^2 генеративных побегов, у стандарта Гуода — 600–700 шт./ м^2 , на травостоях второго года использования соответственно 880–1116 шт./ м^2 и 702–840, на травостоях третьего года использования — 700–900 и 640–782 шт./ м^2 (рис. 1). Прибавки в пользу нового сорта составили на травостоях первого года использования 110–128%, второго — 125–133%, третьего — 109–115%.



Рис. 1. Семенной травостой полевицы гигантской сорта Чара третьего года пользования в фазу цветения

Даже на травостоях кормового назначения проявление преимущества сорта Чара по количеству генеративных побегов может рекогносцировочно служить показателем более высокого ожидаемого урожая семян.

При проведении первого укоса в фазе начала выметывания соцветий генеративные побеги имеют по 4–5 стеблевых листа и не являются грубыми, поэтому имеют высокое содержание водорастворимых углеводов, что в отношении их питательной ценности в значительной мере компенсирует потери в снижении белкового комплекса.

Семенная продуктивность сорта Чара — 400 кг/га, что выше сорта Гуода на 108 кг, или на 36,8%. Плод зерновка, продолговатой формы, опадает в фазе

созревания вместе с чешуями. Семена очень мелкие, длиной до 2 мм, но ввиду гладкости покровных чешуй остаются довольно текучими. Масса 1000 штук — 0,8–1,1 г. В 1 кг количество семян достигает 10 тысяч штук.

Несмотря на мелкие размеры, семена обеспечивают быструю всхожесть — через 7–9 дней, у остальных видов и сортов полевицы — 13–14 дней, что делает новый сорт более конкурентоспособным на первоначальном этапе онтогенеза.

Устойчивость к многократному скашиванию высокая, окраска вегетативной массы зеленая, соцветий — фиолетово-зеленая, листья тонкие, нежные.

По таксономической принадлежности сорт Чара фактически относится к межвидовым гибридам, но поскольку в оте-

чественной таксономии такая ступень не получила всеобщего признания, то в силу принятой ранжировки сорт Чара отнесен к группе гигантской полевицы с сочетанием признаков обоих родителей.

Биохимический состав сухого вещества, качество белка, поедаемость корма, переваримость корма имеют некоторые различия по годам жизни травостоев и укосам, но в целом близки к требованиям зоотехнических стандартов на грубые корма.

При кормовом использовании важными являются показатели качества. В абсолютно сухом веществе пастбищного корма содержание водорастворимых углеводов по сортам Чара и Гуода составило соответственно 13,6 и 12,0%. Высокий уровень содержания углеводов имеет тенденцию к снижению в фазе полного цветения, но в отавах повышается доля моносахаров (глюкозы и фруктозы). По этим показателям новый сорт приближается к овсянице луговой, но остается значительно выше аналогичного показателя овсяницы красной и мятлика лугового. В эту фазу листовые пластинки на генеративных побегах полностью развернуты, насыщены влагой и проходят период активного фотосинтеза, что ведет к избыточному поступлению ассимилятов в виде моно- и дисахаров.

Содержание сырого жира составило у сорта Чара 3,48%, у сорта Гуода 3,46% от абсолютно сухого вещества. По этому показателю образцы близки к мятлику луговому, но уступают овсянице луговой.

Содержание сырого протеина у сорта Чара составило 14,8, а у Гуоды — 13,2%, показатели уступали только мятлику луговому (17,3%).

Содержание каротина у перспективного сорта составило 29,0, у стандарта — 26,0 мг/100 г. Темно-зеленая окраска в первом цикле может служить косвенным показателем для визуальной оценки. Доля безазотистых экстрактивных веществ у сорта Чара достигало 72%, у стандарта Гуода — 66%.

В целом биохимический состав отражает процентное соотношение ингредиентов, но полноценность их выражается в переваримости, которая варьирует не только по сортам, но и зависит от форм использования вегетативных органов. Так, в среднем по обоим сортам полевица имела переваримость золы 5,4%, протеина — 61,0%, жира — 50%, клетчатки — 61,0%, БЭВ — 62%, в то время как при скармливании у зеленой травы коэффициенты переваримости составляют по протеину 64,5%, сырому жиру — 50%, клетчатке — 58,7%, БЭВ — 68%.

Переваримость съеденного корма сорта Чара составляла 68,8%, стандарта — 58,0%. Преимущество обусловлено более выраженной тонкостебельностью и повышенной облиственностью, с большим преимуществом в пользу сорта Чара. Несмотря на то, что показатели переваримости ниже по сравнению с другими злаковыми травами (у мятликом лугового, например, 76%, у овсяницы луговой 78,0%), зеленую массу сорта Чара можно отнести к группе грубых кормов среднего качества и использовать для кормления высокопродуктивного скота.

Поедаемость корма является одним из критериев полноценности корма. В среднем поедаемость корма у сорта Чара была более высокой (74%) в сравнении со стандартом Гуода (66%).

По мере прогрессивного онтогенеза у

генеративных побегов возрастает содержание клетчатки (может достигать до 33%), что выходит за рамки верхнего предела границ зоотехнических требований на грубые корма, впрочем, эта закономерность присуща и всем другим видам злаковых трав. Полевицы, хотя и имеют более растянутый межфазный онтогенез, но темпы накопления клетчатки все равно остаются высокими, процесс этот имеет место и усиление в условиях летних засух. После завершения цветения часть клетчатки переходит в одревесневшее состояние и накапливает инкрустирующее вещество — лигнин. Поэтому при использовании полевицы в кормовых целях необходимо соблюдать сроки заготовки сырья.

Аминокислотный состав изучался на образцах полевицы после лиофильной сушки, так как обычный метод подготовки к анализу дает сильные отклонения в силу различной температурной денатурации внутриклеточных белков и белков клеточных стенок. Содержание лизина у сорта Чара составляло 1,15%, у стандарта Гуода — 0,92% от массы сырого белка, что несколько выше в сравнении с другими проанализированными видами. Уровень содержания метионина у сорта Чара составил 0,44 и у стандарта Гуода — 0,30% от общей массы сырого протеина, что свидетельствует о среднем качестве белка по этому показателю. Уровень содержания триптофана составил 0,08% у Чары и 0,06% у сорта Гуода. Содержание гистидина было у сорта Чара 0,32, у стандарта Гуода 0,20% от сырого протеина. Содержание лейцина у сорта Чара составило 0,94%, у стандарта Гуода — 0,82% от сырого белка, изолейцина соответственно 1,16 и 1,06%. Со-

держание фенилаланина у сортов Чара и Гуода составило 0,89 и 0,72%, тирозина — 0,76 и 0,71%, валина — 0,94 и 0,92%.

При газонном использовании густота побегов у сорта Гуода в посевах первого года жизни колебалась от 36,7 до 50,6 тыс. шт./м² в то время как у сорта Чара — от 40,0 до 56,8 тыс. шт./м², или преимущество по густоте составило в пределах 8,9–12,2%. Это вполне объяснимо, поскольку у стандарта начиналось образование корневищ, а возобновление нового сорта шло по пути формирования апогеотропных побегов с очень короткой подземной частью без дифференциации узлов.

В летний период первого года использования (20–28 июня) густота побегов стандарта повысилась до 60400 шт./м², у сорта Чара — до 72400–76018 шт./м², преимущество вегетативного потенциала выразилось в 19,9–25,9%.

К осени первого года хозяйственного использования густота побегов по обоим образцам значительно снизилась, до 22,5–32,1 тыс. шт./м² в травостоях сорта Гуоды и до 28,1–39,6 тыс. шт./м² у сорта Чара. Преимущество нового сорта составило 12,2–14,6%. В целом следует отметить, что травостой второго года жизни был оптимальным по вегетативному потенциалу.

На третьем году жизни травостоев (весной, 11–12 мая) сезонная динамика вегетативного возобновления почти повторилась, но на более низком уровне различий. Оба сорта сохранили довольно высокое проективное покрытие, но общая густота дернины была слабее.

На травостое четвертого года жизни весной (12–14 мая) густота побегов

стандарта Гуода по закладкам 1–3 была в пределах 31,4–50,4 тыс. шт./м², у перспективного сорта Чара — 39,9–59,7 шт./м² с преимуществом нового сорта в 17,2–23,8%, в летний период (учеты 15–22 июня) преимущество выразилось в 17,3–19,3%, а в осенний период — на 8,2–19,7%.

На пятом году жизни травостоев сорт Чара превосходил стандарт в весенних укосах на 15,6–21,0%, в летних — на 11,8–12,8%, в осенних — на 14,3–22,4%.

На шестом году жизни травостоев (пятый год хозяйственного использования) в весенний период густота побегов сорта Гуода составила 40,1–50,1 тыс. шт./м², у сорта Чара — 46,4–58,8 тыс. шт./м² с преимуществом нового сорта в 15,7–16,1%, в летних учетах (20–29 июня) преимущество выразилось в 12,3–18,9%, в осеннем учете — 18,1–25,0%.

Следует также отметить общую тенденцию снижения вегетативного потенциала по годам жизни травостоев. Отчасти это связано с уплотнением почвы и общим ухудшением фона для вегетативного возобновления, а также способностью формировать короткие корневища сортом Чара. По всей видимости, стабильная проекция покрытия и дальше бы сохранилась в сортах, но с проявлением меньших различий по побегообразовательной способности.

Период от начала вегетации (II–III декады апреля) до начала колошения у сорта Чара составляет 74 дня, до начала цветения — 86 дней, в то время как у Гуоды в отдельные годы эта периодичность была 69 и 80 дней. В отдельные годы с более поздним сроком начала вегетации продолжительность периода от момента весеннего отрастания до полно-

го созревания семян достигает 116 дней. Признак позднеспелости может служить идентификационным показателем, но он практически не представляет сложностей для производства, так как средне-многолетний период составляет 165 дней. Отклонение в 6 дней по фазе созревания — достаточно надежный критерий для отличия, у других отечественных сортов эти различия составляют ± 2 дня.

Засухоустойчивость сорта Чара обусловлена наследственными особенностями материнской формы полевицы тонкой, популяции и экотипы которой встречаются в более ксерофитных условиях.

В то же время следует отметить отсутствие жесткой сопряженности между долголетием, засухоустойчивостью и урожаем, который зависит от механизма потенциала вегетативной и репродуктивной сфер и в определенных границах регулируется гидротермическим потенциалом.

Зимостойкость полевиц определяется генетическими факторами, морозостойкостью, дифференциацией реакции разновозрастных побегов к экзогенным факторам.

Генетическая обусловленность выражается в том, что большая часть корневищ размещается в поверхностном горизонте почвы, наиболее подверженном контрастным вариациям температурных стрессов во время зимних морозов и в период оттепелей. Возрастная специфика выражается в том, что молодые побеги и шильца более насыщены протеином, а скорость денатурации протеина у ювенильных побегов ниже, чем у переросших ложных стеблей из листовых

трубок. Внешне это выглядит так, что молодые побеги зимой сохраняются живыми, а ложно-стеблевые практически отмирают полностью. Наконец, старика способствует сохранению шилец, но ингибирует появление побегов последующего порядка. Комплекс зимостойкости полевиц довольно высок и находится у сорта Чара на уровне 88–98%, у стандарта — 78–80%. Возможно, показатели зимостойкости по балльным шкалам несколько искажают реальную картину из-за наличия старика, которая нередко подвергается действию различного рода патогенных грибов. Кроме того, быстрое и ранневесеннее отрастание искажает оценку из-за завышения показателей проективного покрытия за счет более развитых побегов.

Полевица может поражаться различными патогенами.

Поражение линейной (*Puccinia graminis*) и корончатой (*P. coronata* Corda) ржавчиной у сорта Гуода составило 5,6 балла, у сорта Чара — 1,8 балла (по шкале 0–9). Согласно этой шкале оба этих сорта можно отнести к среднеустойчивой группе поражения, она не является критической, не ведет к резкому снижению урожая вегетативной массы, к потере декоративных достоинств травяного ковра. Можно предположить, что она несколько снижает поедаемость травостоев при выпасе животных.

Поражаемость ложномучнистой росой (пероноспорозом) имеет эпизодический очаговый характер, наиболее сильно проявляется в годы с мощным снежным покровом (более 80 см). Визуально она проявляется образованием желтых пятен и отмерших побегов после выхода с зимовки, грибница долго сохраняется на

отмерших побегах. У сорта Гуода поражаемость достигала 1–8%, у сорта Чара — 1–3%. При быстром переходе температур окружающей среды через +10 °C часть побегов восстанавливает свою жизнеспособность, частично кусты возобновляются через компенсационное кущение. В годы с влажной весной и с длительными регулярными перепадами температур побеги на поврежденных участках полностью погибают, и на место плешин внедряются сорные виды.

Листовые пятнистости вызываются при поражении гельминтоспориозом (грибы *Helminthosporium* spp.), гетероспориозом (грибы *Heterosporium* spp.), мастигоспориозом (белая пятнистость) (*Mastigosporium album* Riess.) и церкоспорозом (возбудитель — фитопатогенный гриб с двумя стадиями развития: анаморфа — *Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron) Deighton. и телеоморфа — виды рода *Tapesia*). На участке газонного испытания сортов они встречались значительно реже по сравнению с травостоями кормового использования. Интенсивность поражения отдельных листьев, части листовых трубок достигала у сорта Чара 0,06–0,08%, у стандарта Гуода 1,8%. На травостоях третьего года жизни зарегистрированы случаи вирусного скручивания листьев, визуально определяемые в виде смещения проводящих сосудов от главной жилки листовой пластинки.

Суммарная оценка поражаемости комплексом болезней варьировала по закладкам и циклам жизни травостоев у сорта Гуода 2,6–5,6 балла, у сорта Чара 1,0–1,8 балла (0 — слабая, 9 — очень сильная).

По своей адаптационной способности

сорт Чара может быть рекомендован для суходольных лугов с тяжелыми по механическому составу почвами (Московской, Калужской, Ивановской, Владимирской, Ярославской, Костромской, Рязанской областей; для областей северной части Нечерноземья — Нижегородской, Кировской, Свердловской, Мурманской, Архангельской, а также республик Карелия, Коми, Удмуртия).

Ввиду мезофитности он может быть также использован на низинных болотах в Брянской, Орловской, Тульской, Рязанской областях, в Мордовии, Татарстане.

В Поволжье (Самарская, Саратовская, Волгоградская, Астраханская и др. области) сорт может выращиваться на пойменных лугах длительного затопления или на засоленных участках орошаемых земель.

Он может возделываться также на лугах лиманного типа с частично засоленными водами.

Для газонного городского и лесопаркового залужения сорт может быть использован во всех населенных пунктах для декоративного, спортивного, лесопаркового, фиторемедиационного залужения.

В целом спектр использования сорта довольно широк, но в зависимости от целей залужения и характера режима отчуждения наземной массы в каждом случае требуется уточнение агроприемов по уходу и эксплуатации газонов.

Сорт Чара запатентован. Патент на селекционное достижение № 4995. Патентообладатель: ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса». Зарегистрировано в государственном реестре охраняемых селекционных достижений 10.12.2009 г. Авторы

Н.С. Бехтин, В.Н. Золотарев, С.И. Костенко, Н.И. Переправо.

В настоящее время ежегодно во ВНИИ кормов производится 500–600 кг семян суперэлиты сорта Чара.

Наряду с сортом Чара в последующие семь лет после его регистрации в Госреестре был создан гибридный сорт **Альба**. Сорт гексаплоидный. Осенью в год посева куст прямостоячий, узкий, лист темно-зеленый, узкий – средней ширины, тенденция к образованию соцветий отсутствует или очень слабая. Время начала весеннего отрастания и выметывания соцветий во второй год раннее. Флаговый лист средней длины, узкий. Стебель, верхнее междоузлие и соцветие средней длины. Сорт отличается большим количеством побегов на единицу площади травостоя, высокой способностью к образованию корневищ, более тонкими побегами и мелкими листьями (рис. 2). Зимостоек, засухоустойчив. Рекомендуются для газонного или сенокосно-пастбищного использования в режиме регулярного отчуждения надземной массы. По сравнению с сортом Чара характеризуется повышенной засухоустойчивостью и жаростойкостью.

Сорт предназначен для газонного, фиторемедиационного залужения и сенокосно-пастбищного использования.

Экологическое испытание проведено на Воронежской селекционной станции в течение четырех лет.

При испытании на многоукосное кормовое использование применены следующие сравнительные критерии оценок:

1. Урожайность зеленой и сухой массы по сезонным укосам, годам жизни и циклам использования травостоев;



**Рис. 2. Растения полевицы гигантской второго года жизни в фазу цветения:
слева — сорт ВИК 2, справа — сорт Альба**

2. Сравнительная оценка по параметрам структуры урожая при отборе средних образцов с постоянно закрепленных участков;

3. Оценка потенциала вегетативного возобновления путем подсчета количества побегов в весенних, летних, осенних укосах. В каждом учете исключалось количество побегов естественной старости (гибель побегов в процессе формирования укосов и в зимний период);

4. Фенологическое наблюдение и оценка в визуальных балльных шкалах общего состояния травостоев перед скашиванием и спустя 10 дней после проведения укосов, перед уходом в зиму и после перезимовки;

5. Оценка болезней и вредителей по балльным отечественным и зарубежным шкалам, а также методом прямого учета на семенных травостоях с делением по ярусам — непосредственно болезни соцветий и локализации патогенов в ярусе пожнивных остатков;

6. Биохимический состав наземной массы в первом укосе и в одном из летних и осенних укосов (по общепринятым методикам во ВНИИ кормов);

7. Минеральный состав корма на травостоях третьего года жизни (макро- и микроэлементы, по общепринятым методикам во ВНИИ кормов);

8. Аминокислотный состав в первом укосе и по отавам на травостоях третьего года жизни (на оборудовании Хитачи во ВНИИ кормов);

9. Содержание некоторых микроэлементов (в ВИУА);

10. Анализы экстраполировались по 1, 2, 3 укосам, допуская, что средние показатели репродуктивного цикла и, в свою

очередь, укосы без генеративных побегов в отавах в какой-то мере должны быть неидентичными, но отражать общие тенденции в онтогенезе циклов трехкратного залужения;

11. Статистическая обработка материалов проводилась по урожайным данным и плотности вегетативного возобновления методом дисперсионного анализа. Биохимические показатели обработке не подвергались, поскольку достоверность их проверялась методом повторных анализов;

12. Переваримость корма в целом и отдельных компонентов его биохимического состава (углеводы, белки, жиры) определялись методом *in vitro*;

13. Поедаемость корма определялась при скашивании в кормушках путем исходной подачи корма и несъеденных остатков в режиме подачи корма для КРС в период пастбищного сезона. Эти показатели включены в систему комплекса общей зоотехнической оценки грубых кормов;

14. Комплексные характеристики могли иметь место в первом репродуктивном укосе из-за различий в густоте и структуре генеративных побегов, или же в онтогенезе сезонного развития по сезонам с весны до осени.

За все годы проведения учетов оптимальное накопление зеленой массы имело место в первом репродуктивном укосе и минимальные — в третьем году использования, что обусловлено несбалансированным сочетанием теплового и гидрологического режимов.

По годам использования максимальные урожаи сорта Альба получены на второй и третий годы хозяйственного использования. Сорт Альба характеризу-

ется повышенной засухоустойчивостью. В условиях Центрально-Черноземного региона урожайность зеленой массы составляет 27,3–34,5 т/га, семян — в зависимости от года пользования травостоя — 412–194 кг/га.

Тенденция сезонного накопления урожая воздушно-сухой массы подчинялась последовательности его снижения от первого укоса к третьему. Это вполне объяснимо с сопоставлением динамики гидротермического режима, солнечной инсоляции и особенностями онтогенеза длинно- и короткокорневищных форм. Сорт Альба по многим параметрам отвечает требованиям исходной модели универсального использования. По генетическим маркерам и фенотипической выраженности признаков имеет достаточно много отличий от отечественных и зарубежных аналогов.

Сорт Альба позднеспелого типа по

фенологии развития близок к сорту Чара. В условиях Московской области период от начала вегетации (II–III декады апреля) до начала колошения у сорта Альба составляет 72–76 дней, до начала цветения — 84–88 дней. В зависимости от погодных условий вегетационных сезонов продолжительность периода от начала весенней вегетации до полного созревания семян достигает 118 дней.

Сорт Альба запатентован. Патент на селекционное достижение № 8531: Полевица гигантская *Agrostis gigantea* Roth., сорт Альба. Патентообладатель: ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса». Выдан по заявке № 8559084 с датой приоритета 02.12.2014 г. Зарегистрировано в государственном реестре охраняемых селекционных достижений 24.06.2016 г. Авторы: Н.С. Бехтин, В.Н. Золотарев, И.С. Иванов, С.И. Костенко, И.А. Новикова, И.М. Шатский.

УДК 633.367.1.527.34.4

DOI: <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2023-3-63-68>

СЕЛЕКЦИЯ ЖЕЛТОГО ЛЮПИНА НА ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫЕ ПРИЗНАКИ

М.Г. Драганская, доктор сельскохозяйственных наук
П.Ю. Лищенко, старший научный сотрудник

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

SELECTION OF YELLOW LUPINE FOR ECONOMICALLY VALUABLE TRAITS

M.G. Draganskaya, Doctor of Agricultural Sciences
P.Yu. Lishchenko, Senior Researcher

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

Важным этапом в создании сортов желтого люпина с хозяйственно ценными признаками является подбор родительских форм, обладающих общей и специфической комбинационной способностью, адаптированных к зоне возделывания. Проведенные скрещивания в 2020 г. с привлечением родительских форм местной селекции показали, что в гибридном питомнике F_1 из 29 комбинаций скрещивания по высоте растений 9 (3-20_{2a}, 8-20_{2c}, 15-20_{2c}, 16-2_{2c}, и др.) относились к группе полного доминирования (1–9 раз). По количеству бобов на главной кисти кратность доминирования над лучшим родителем составила 1,4–15 раз, а всего бобов на растении — 1,2–11,3 раза за счет хорошего бокового ветвления с плодущими бобами. Во втором поколении F_2 эффект суммарного положительного действия полимерных генов проявился не во всех комбинациях. По высоте трансгрессия сохранилась у гибридов 16-20_{2c}, 17-20_{4c}, 22-20_{2c}, 24-20_{2c} на уровне 12,5–23,6% с частотой встречаемости 6,6–17,7%. Без доминирования в F_1 проявился эффект трансгрессии в F_2 по высоте в семи комбинациях с высокой частотой, от 11,4 до 24,3%. Трансгрессивные формы по количеству бобов на главной кисти получены у шести комбинаций (12,5–37,5%) при встречаемости таких растений на уровне 2,7–10,5%. По количеству бобов всего на растении выделились четыре комбинации как при доминировании (F_1), так и во втором поколении (F_2): 16-20_{2c}, 17-20_{2c}, 22-20_{2c}, 25-20_{2c} при степени положительной трансгрессии 48,6%, 41,1, 19,2 и 17,6% соответственно. Отобранный новый гибридный материал совместно с родительскими формами проходит испытание в питомнике третьего поколения.

Ключевые слова: желтый люпин, F_1 и F_2 , родительские формы, гибридизация, доминирование, трансгрессия.

An important stage in the creation of varieties with economically valuable traits is the selection of parental forms that have a general and specific combination ability, adapted to the cultivation area. The crosses carried out in 2020 with the involvement of parental forms of local selection showed that in the F_1 hybrid nursery, out of 29 combinations of crossing in plant height, 9 (3-20_{2a}, 8-20_{2c}, 15-20_{2c}, 16-2_{2c}, etc.) belonged to the group of complete dominance (1–9 times). By the number of pods on the main stem, the dominance ratio over the best parent was 1.4–15 times, and the total number of pods per plant was 1.2–11.3 times due to good lateral branching with fruiting pods. In the second generation F_2 , the effect of the total positive action of polymeric genes was not manifested in all combinations. In terms of height, transgression was preserved in hybrids 16-20_{2c}, 17-20_{4c}, 22-20_{2c}, 24-20_{2c} at the level of 12.5–23.6% with a frequency of occurrence of 6.6–17.7%. Without dominance in F_1 , the effect of transgression in F_2 in height was manifested in 7 combinations with a high frequency from 11.4 to 24.3%. Transgressive forms according to the number of beans on the main raceme were obtained in 6 combinations (12.5–37.5%) with the occurrence of such plants at the level of 2.7–10.5%. By the number of beans in total on the plant, 4 combinations were identified both in dominance (F_1) and in the second generation (F_2): 16-20_{2c}, 17-20_{2c}, 22-20_{2c}, 25-20_{2c} with a degree of positive transgression of 48.6 %, 41.1, 19.2 and 17.6%, respectively. The selected new hybrid material, together with the parental forms, is being tested in the third generation nursery.

Keywords: yellow lupine, F_1 and F_2 , parental forms, hybridization, dominance, transgression.

Введение.

На всех этапах селекции и семеноводства желтого люпина Новозыбковская опытная станция работала над проблемами создания кормового сорта, обладающего хорошей урожайностью зеленой массы и зерна. Решалась масса вопросов по сокращению вегетационного периода возделываемых сортообразцов без снижения продуктивности зеленой массы, по увеличению высоты растений, созданию быстрорастущих форм с более раскидистым типом куста, не горьких растений с не растрескивающимися бобами [1; 2].

Основной исходный материал дает гибридизация, которая ведет к новообразованиям и дает возможность формировать желательный набор наиболее ценных признаков. Главными этапами выведения кормовых сортов желтого люпина при гибридизации являются:

1) подбор родительских форм, обладающих одним или несколькими хозяйственно ценными признаками с хорошей общей и специфической комбинацион-

ной способностью;

2) индивидуальный отбор растений в гибридном питомнике первого поколения (F_1) с доминантными признаками;

3) индивидуальный отбор растений в гибридном питомнике второго поколения (F_2) с учетом степени доминирования у них в F_1 . Возможен отбор лучших растений по отдельным хозяйственно ценным признакам;

4) дальнейшее улучшение отобранных форм с использованием негативного или группового отборов в третьем, возможно и четвертом поколениях с учетом наличия превышения репродуктивных и соматических признаков над лучшими родителями и стандартом [3; 4; 5].

В процессе работ с гибридным материалом кормового люпина отмечено несколько коррелятивных зависимостей между отдельными признаками. Во-первых, менее урожайны по зеленой массе скороспелые сорта относительно средне- и позднеспелых. Во-вторых, горькие формы обладают большей устойчивостью к неблагоприятным усло-

виям вегетации, к различным заболеваниям и повреждениям вредителями. В-третьих, белосемянным формам люпина свойственна меньшая алкалоидность, чем серосемянным или с другой окраской семян. Кроме того, быстрорастущие и высокорослые формы обычно имеют более светлую окраску надземной массы, чем с обычным типом куста [6; 7; 8].

С распространением антракноза более поздние сорта сильнее поражаются данным заболеванием, особенно по бобам, чем скороспелые. Как следствие, увеличение вегетационного периода должно иметь свои пределы: не более 5–10 дней.

Однако эти корреляции не всегда работают. Иногда необходимо сочетание отдельных признаков чтобы получить желаемый результат и не должны исключаться попытки перекомбинации связанных между собой признаков.

Биологизация земледелия Нечерноземной зоны связана с созданием сортов желтого люпина, адаптированных к конкретным зонам, максимально использующих почвенные и агроклиматические условия [9; 10; 11].

Целью наших исследований является создание путем гибридизации нового селекционного материала желтого люпина универсального типа использования для зоны песчаных и супесчаных почв с низким уровнем естественного плодородия.

Методика исследований.

Исследования проводили в селекционных питомниках испытания потомств гибридного материала в 2020–2022 гг. с учетом требований «Методики полевого опыта» Б.А. Доспехова. Почва дерново-подзолистая песчаная с содержанием гумуса 1,0–1,2% (по Тюрину), подвиж-

ного фосфора 200–250 и обменного калия 50–70 мг/кг (по Кирсанову) при слабощелочной реакции почвенного раствора.

Закладка питомников происходила на полях № 3, № 4 и № 9 лаборатории селекции и семеноводства Новозыбковской СХОС – филиала ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса». Проводилась она во второй декаде апреля: посев ручной с нормой 60 шт./м², предшественник — озимая рожь. Обработка почвы состояла из осеннего дискования стерни легкими дисками с последующей (через две–три недели) зяблевой вспашкой. Весной поле бороновали для закрытия влаги, вносили P₂₀K₉₀ по действующему веществу в виде борофоски и хлористого калия под культивацию, перед посевом прикатывали кольчатыми катками или доминатором в один–два следа в зависимости от состояния почвы.

В питомнике гибридизации в 2020 г. было проведено 29 комбинаций скрещивания с привлечением 18 родительских форм собственной селекции и получено 361 зерно, которые в 2021 г. были посеяны в гибридном питомнике первого поколения (F₁) совместно с родителями на площади 0,25 м². В 2022 г. заложен питомник испытания второго поколения (F₂) на площади 0,5 м² с привлечением родительских форм. В обоих питомниках проводили фенологические наблюдения, учеты пораженности вирусом, фузариозом и антракнозом.

Во втором поколении все растения перед цветением были заэтированы с последующим наблюдением за каждым из них. Перед уборкой делали детальный полевой структурный анализ гибридов и родителей с последующим отбором лучших растений по высоте, числу бобов

на главной кисти и всего на растении, боковому ветвлению всего и в том числе с плодущими бобами. В лаборатории проводили обмолот каждого отбора с учетом количества семян и их веса, браковку худших по вышеуказанным метамерам. Отобранный материал вместе с родителями высеян в питомнике третьего поколения F_3 на площади 1 м^2 при норме 60 шт. в одно–трехкратном повторении в зависимости от наличия семян.

Результаты исследований.

В питомнике гибридизации 2020 г. проведено 29 комбинаций скрещивания, где в качестве родительских форм привлекались 18 сортообразцов собственной селекции: Дружный 165, Новозыбковский 100, 8-12-240, 6-12, 4-04-1-5, 4-08-116, 5-10-84, 13-10-54, 52-87-2113, 13-10-96 и др. Полученные семена в 2020 г. были высеяны в гибридном питомнике F_1 совместно с родителями, где вели фенологические наблюдения, учеты пораженности болезнями, проводили полевой структурный анализ.

Исследования показали, что гибриды проявляли полную степень доминирования в комбинациях 16-20_{2с}, 17-20_{2с}, 3-20_{2а}, 8-20_{2с}, 25-20_{2с} и 15-20_{2с} по высоте растений (2–9 раз) и неполную (1 раз) в 19-20_{2с} и 22-20_{2с}. По количеству бобов на главной кисти полное доминирование (1,2–15 раз) проявилось в 10 гибридных комбинациях 1-20_{2с}, 2-20_{2с}, 8-20_{2с}, 9-20_{2а}, 14-20_{2с}, 17-20_{2с} и др. Количеством всего бобов на растениях выделились те же гибриды, что на главной кисти, с превышением данного показателя над лучшим родителем в 1,4–19,0 раз.

Поскольку соотношения доминирования как в онтогенезе, так и филогенезе имеют свойство изменяться от поколе-

ния к поколению под воздействием комплекса внутренних и внешних условий, то весь полученный гибридный материал посеяли в питомнике F_2 совместно с родителями.

Параллельное изучение гибридного материала и родительских форм позволило выделить в различном процентном выражении положительные трансгрессивные формы по хозяйственно ценным признакам. Эффект суммарного действия полимерных генов выразился в устойчивом увеличении высоты на 23,6% у гибрида 22-20_{2с} при частичном доминировании в F_1 , а также на 12,5% у данной комбинации с окраской зерна 2_д без доминирования в F_1 . Максимальная высота растений соответственно составила 68 и 62 см. В пределах 17% гибрид 16-20_{4в} превышает лучшего родителя по высоте (69 см) и частоте трансгрессии (18,4%). В комбинации 16-20_{2с} соответствующие показатели следующие: 13,6%, 67 см и 6,2%.

Отмечено, что у гибридов 3-20_{2а}, 8-20_{2с}, 15-20_{2с}, 17-20_{2с}, 25-20_{2с}, имеющих доминирование по высоте в F_1 , трансгрессии в F_2 не наблюдалось.

Превышение гибридов над лучшей родительской формой по количеству бобов на главной кисти колебалось от 5,3 до 41,2%, а частота встречаемости — от 2,7 до 13,6%. Среди трансгрессивных форм по данному признаку установлены лучшие комбинации: 16-20_{2с} — 41,2%, 37,5% — у 24-20_{2а} и 24-20_{2с}, в пределах 25–35% у 17-20_{4в}, 16-20_{4в}, 25-20_{2а}, 30-20_{2а}. В порядке упоминания гибридов частота трансгрессии составила 5,5%, 10,5, 108,0, 3,8, 13,6, 15,0, 13,6%. Количество бобов колебалось от 21 до 25 шт. (4–5 мутовок). Установлено, что в гиб-

ридных комбинациях 1-20_{2c}, 2-20_{2c} наблюдалось полное доминирование в F₁ по данному признаку, однако в F₂ трансгрессии не отмечено.

Степень трансгрессии по общему количеству бобов на растении у гибридных номеров изменилась от 5,7 до 88,5% с лучшими показателями в комбинации 30-20_{2a} (49 бобов), где изучалось 44 образца, с частотой встречаемости 13,6%. На уровне 50–60% положительная трансгрессия получена в комбинациях 3-20_{2a}, 17-20_{2c}, 25-20_{2a} при частоте 8,1%, 3,3 и 13,6% и формировании 35, 56 и 39 штук бобов. От 48 до 57 бобов образовали растения гибридных комбинаций 22-20_{2c}, 22-20_{2d}, 16-20_{4b} и 9-20_{4b} с превышением лучших родительских форм на 41,2–48,0% при частоте трансгрессии 1,9–10,2%. При отсутствии доминирования в F₁ у комбинаций скрещивания 16-20_{4b}, 17-20_{4b}, 11-20_{2c}, 24-20_{2a}, 22-20_{2d}, 30-20_{2a} и 3-20_{2c} в F₂ определено превышение бобов над лучшим родителем в пределах 7,1–31,8%.

Таким образом, доминирование и степень трансгрессии по высоте растений получена у гибридов 16-20_{2c}, 22-

20_{2c}, 24-20_{2c}, где в качестве материнской формы были взяты образцы 13-10-96, 52-87-2113, Новозыбковский 100 и отцовской 7-14-109, 4-08-116 и 13-10-54 соответственно.

По бобам на главной кисти и всего на растении выделились гибриды 15-20_{2c} (Новозыбковский 100 × 2-10-2-9), 16-20_{2c} (13-10-96 × 7-14-109_ж), 17-20_{2c} (7-14-109_ж × 13-10-96), 22-20_{2c} (52-87-2113 × 4-08-116), 24-20_{2c} (Новозыбковский 100 × 4-08-116) и 25-20_{2c} (13-10-54 × 6-12).

Установлено, что без доминирования в F₁ у гибридов 16-20_{4b}, 11-20_{2c}, 22-20_{2d}, 24-20_{2a}, 25-20_{2a} и 30-20_{2c} степень трансгрессии по бобам составила на главной кисти 15,8–41,2%, всего на растении — 22,7–88,5%.

Следует отметить, что комбинации скрещивания 16-20_{2c}, 22-20_{2c} и 24-20_{2c} оказались наиболее удачными, превысив лучших родителей по высоте, числу бобов на главной кисти и всего на растении.

Отобранный материал заложен в 2023 г. в питомнике F₃ — блоками по основным хозяйственно ценным признаками для дальнейшего изучения.

Литература

1. Саввичев К. И. Морфо-биологические типы желтого люпина // Повышение производительности песчаных почв: сб. тр. Новозыбковской опытной станции, вып. 3. – Брянск, 1969. – С. 64–133.
2. Саввичева И.К. О наследовании отдельных признаков у гибридов желтого люпина // Повышение производительности песчаных почв : сб. тр. Новозыбковской опытной станции, вып. IV. – Брянск, 1976. – С. 203–214.
3. Саввичева И.К. Направления, методы и селекция желтого люпина на Новозыбковской опытной станции // Саввичевские научные чтения. – Брянск, 2003. – С. 18–28.
4. Лихачев Б.С. Константин Иванович Саввичев и селекция люпина на Брянщине // Саввичевские научные чтения. – Брянск, 2003. – С. 3–17.
5. Анохина В.С., Дебелый Г.А., Конорев П.М. Люпин. Селекция, генетика, эволюция. – Минск : БГУ, 2012. – 271 с.
6. Мисникова Н.В. Современные принципы моделирования сортов люпина желтого и узколистного : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Брянск, 2008. – 23 с.

7. Лукашевич М.И., Саввичева И.К. Перспективы селекции желтого люпина // Кормопроизводство. – 2001. – № 1. – С. 17–19.
8. Новик Н.В. Использование непрерывного отбора в селекции люпина желтого // Кормопроизводство. – 2012. – № 5. – С. 40–41.
9. Купцова А.Г., Анохина В.С. Проявление эффекта гетерозиса в межсортовых гибридах люпина и возможности его использования при отборе // Вести АН БССР. – 1984. – № 3. – С. 108–109.
10. Лихачев Б.С. Создание адаптивных сортов — важнейший фактор стабилизации региональных агроэкосистем // Теоретические и прикладные основы устойчивости региональных агроэкосистем в многоукладном сельскохозяйственном производстве. – М., 1998. – С. 138–142.
11. Гуляев Г.В., Мальченко В.В. Словарь терминов по генетике, цитологии, селекции, семеноводству и семеноведению. – М. : Россельхозиздат, 1975. – 215 с.

References

1. Savvichev K.I. Morfo-biologicheskiye tipy zheltogo lyupina [Morpho-biological types of yellow lupine]. *Povysheniye proizvoditel'nosti peshchanykh pochv : sb. tr. Novozybkovskoy opytной stantsii, vyp. 3* [Improving the productivity of sandy soils: Proceedings Novozybkov experimental station, vol. 3]. Bryansk, 1969, pp. 64–133.
2. Savvicheva I.K. O nasledovanii otidel'nykh priznakov u gibridov zheltogo lyupina [On the inheritance of individual traits in hybrids of yellow lupine]. *Povysheniye proizvoditel'nosti peshchanykh pochv : sb. tr. Novozybkovskoy opytной stantsii, vyp. IV* [Improving the productivity of sandy soils: Proceedings Novozybkov experimental station, vol. IV]. Bryansk, 1976, pp. 203–214.
3. Savvicheva I.K. Napravleniya, metody i selektsiya zheltogo lyupina na Novozybkovskoy opytной stantsii [Directions, methods and selection of yellow lupine at the Novozybkov Experimental Station]. *Savvichevskiyе nauchnyye chteniya* [Savvichev scientific readings]. Bryansk, 2003, pp. 18–28.
4. Likhachev B.S. Konstantin Ivanovich Savvichev i selektsiya lyupina na Bryanshchine [Konstantin Ivanovich Savvichev and lupine breeding in the Bryansk region]. *Savvichevskiyе nauchnyye chteniya* [Savvichev scientific readings]. Bryansk, 2003, pp. 3–17.
5. Anokhina V.S., Debelyi G.A., Konorev P.M. Lyupin. Seleksiya, genetika, evolyutsiya [Lupine. Selection, genetics, evolution]. Minsk, 2012, 271 p.
6. Misnikova N.V. Sovremennyye printsipy modelirovaniya sortov lyupina zheltogo i uzkolistnogo [Modern principles of modeling varieties of yellow and narrow-leaved lupine: author's abstract Dis. ... Candidate Sci. (Agr.)]. Bryansk, 2008, 23 p.
7. Lukashevich M.I., Savvicheva I.K. Perspektivy selektsii zheltogo lyupina [Prospects for yellow lupine breeding]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], 2001, no. 1, pp. 17–19.
8. Novik N.V. Ispol'zovaniye nepreryvnogo otbora v selektsii lyupina zheltogo [Use of continuous selection in yellow lupine breeding]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], 2012, no. 5, pp. 40–41.
9. Kuptsova A.G., Anokhina V.S. Proyavleniye effekta geterozisa v mezhsortovykh gibridakh lyupina i vozmozhnosti yego ispol'zovaniya pri otbore [Manifestation of the effect of heterosis in intervarietal hybrids of lupine and the possibility of its use in selection]. *Vesti AN BSSR* [News of the Academy of Sciences of the BSSR], 1984, no. 3, pp. 108–109.
10. Likhachev B.S. Sozdaniye adaptivnykh sortov — vazhneyshiy faktor stabilizatsii regional'nykh agroekosistem [The creation of adaptive varieties is the most important factor in stabilizing regional agroecosystems]. *Teoreticheskiye i prikladnyye osnovy ustoychivosti regional'nykh agroekosistem v mnogoukladnom sel'skokhozyaystvennom proizvodstve* [Theoretical and applied foundations of the sustainability of regional agroecosystems in multi-structural agricultural production]. Moscow, 1998, pp. 138–142.
11. Gulyaev G.V., Malchenko V.V. Slovar' terminov po genetike, tsitologii, selektsii, semenovodstvu i semenovedeniyu [Glossary of terms on genetics, cytology, selection, seed production and seed science]. Moscow, Rossel'khozizdat Publ., 1975, 215 p.

УДК 636. 085. 51

DOI: <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2023-3-69-87>

ПРОБЛЕМА АЭРОБНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПРИ ЗАГОТОВКЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИИ КУКУРУЗНОГО СИЛОСА

Н.Н. Кучин, доктор сельскохозяйственных наук

*ГБОУ ВО Нижегородский инженерно-экономический университет
606340, Россия, Нижегородская область, г. Княгинино, ул. Октябрьская, д. 22А
ngiei-126@mail.ru*

PROBLEM OF AEROBIC STABILITY IN THE HARVESTING AND USE OF CORN SILOS

N.N. Kuchin, Doctor of Agricultural Sciences

*State Budgetary Educational Institution of Higher Education
Nizhny Novgorod University of Engineering and Economics
606340, Russia, Nizhny Novgorod region, Knyaginino, Oktyabrskaya str., 22A
ngiei-126@mail.ru*

Одной из важнейших проблем сохранения кукурузного силоса является его аэробная стабильность в процессе заготовки, хранения и использования. Она зависит от срока и высоты скашивания растений, степени измельчения, плотности трамбовки, герметичности укрытия, продолжительности хранения и темпов выборки при скармливании. Порча силоса от аэробной нестабильности приводит к большим потерям корма и к приобретению свойств, опасных для здоровья животных. Лучшим сроком уборки кукурузы на силос считается фаза восковой спелости зерна, в которую в растениях содержится оптимальное для силосования количество сухого вещества и максимальный выход и концентрация в нем питательных веществ. Чтобы повысить питательную ценность кукурузного силоса увеличивают высоту скашивания растений. Однако при этом следует считаться со снижением урожая травостоя. Степень измельчения растений варьирует в зависимости от влажности сырья: чем выше влажность, тем большей должна быть величина частиц силосуемой массы. Вместе с тем наибольший их размер не должен превышать 20 мм. Для исключения аэробной нестабильности силосная масса должна быть плотно уложена и герметично укрыта. Разгерметизация силоса для скармливания предполагает такие темпы выборки, которые исключают аэробную порчу. Они дифференцированы в зависимости от сезона использования корма: большие при скармливании силоса в летний период и меньшие зимой.

Ключевые слова: кукурузный силос, аэробная стабильность, сроки уборки, высота скашивания, степень измельчения, уплотнение, герметизация, темпы скармливания.

One of the most important problems of preserving corn silage is its aerobic stability in the process of harvesting, storage and using. It depends on the term and mowing height of plants, the milling degree, and the compaction of ramming, the hermetic nature of shelter, the duration of storage and the sampling rate during feeding. Spoilage of silage from aerobic instability leads to large losses of feed and the acquisition of properties dangerous to animal health. The best time for harvesting corn for silage is the phase of waxy

ripeness of grain, in which plants contain the optimal amount of dry matter for silage and the maximum yield and concentration of nutrients in it. To increase the nutritional value of corn silage, the mowing height of plants is increased. However, the decrease in the yield of grass stand should be taken into account. The milling degree of plants varies depending on the moisture content of the raw material: the higher the moisture content, the larger particles size of silage mass should be. However, their largest size should not exceed 20 mm. To exclude aerobic instability, the silage mass must be compactly packed and sealed. Unsealing of the silage for feeding assumes such sampling rates that exclude aerobic spoilage. They are differentiated depending on the season of feed use: large when feeding silage in summer and smaller in winter.

Keywords: corn silage, aerobic stability, harvesting time, mowing height, milling degree, compaction, sealing, feeding rates

Исключительную важность объемистых кормов для кормления скота нет необходимости доказывать. Особенно ценным, благодаря высокому содержанию энергии и перевариваемости, является кукурузный силос. Кукуруза может успешно силосоваться во все фазы вегетации вследствие своего химического состава. Однако в зависимости от фазы развития качество получаемого из нее силоса по аэробной стабильности, потерям питательных веществ, наличию и соотношению кислот брожения, поедаемости и питательности может существенно различаться [1].

Основной проблемой при заготовке и использовании силоса из кукурузы при уборке культуры на разных стадиях созревания зерна является предохранение его от аэробного разложения, которое возникает при проникновении воздуха в толщу корма, то есть придание ему аэробной устойчивости.

Под аэробной стабильностью (устойчивостью) подразумевается время, в течение которого силос не портится после того, как он попал под воздействие воздуха, то есть разгерметизировался [2]. Критерием, по которому определяют аэробную стабильность силоса, является время, в течение которого температура

силоса остается без изменений. Согласно Регламенту Комиссии ЕС № 429/2008 (DLG-Richtlinien für die Prüfung von Siliermitteln auf DLG-Gutezeichentauglichkeit, DLG Oktober 2013), чем дольше температура силоса не превосходит температуру окружающей среды более чем на 3 °С, тем выше аэробная устойчивость и качество корма.

В процессе закладки силоса причинами аэробной нестабильности могут стать поздний срок уборки, завышенная длина резки, недостаточное уплотнение и плохое укрытие силоса, а при его использовании — низкая скорость выборки или ее приостановка [3].

На качество и аэробную стабильность силоса из кукурузы существенно влияет срок ее уборки. Чем позднее кукуруза убирается на силос, тем выше выход питательных веществ с единицы площади и, следовательно, питательность приготовленного из нее силоса [1]. Наивысшей питательной ценности она достигает в фазу восковой спелости зерна. При уборке в этот срок в 1 кг ее сухого вещества содержится 11,1–11,5 МДж обменной энергии в сравнении с 10,1–10,5 МДж при других стадиях спелости зерна.

Минимальные потери при силосова-

нии и высокую поедаемость кукурузный силос имеет при приготовлении его из сырья с содержанием 30–35% сухого вещества. В зависимости от конструкции силосохранилищ содержание сухого вещества может находиться и в более широких пределах. Следует отметить, что в фазу восковой спелости зерна содержание сухого вещества в кукурузе варьирует в пределах 32–38%, то есть практически в оптимальных размерах для благоприятного брожения при силосовании. Более ранняя уборка, когда в растениях содержится меньше 30% сухого вещества, приводит к недобору питательных веществ, развитию нежелательного маслянокислого брожения и потерям питательных веществ с вытекающим соком, более поздняя — снижает выход питательных веществ и ухудшает силосуемость (риск нагревания и плесневения из-за сложности уплотнения) [1; 3; 4–7]. Слабое уплотнение становится причиной аэробной нестабильности силоса.

Вместе с тем и в оптимальный для проведения силосования срок уборки кукуруза имеет ряд нежелательных свойств. К этому сроку успевают сильно огрубеть нижние части стеблей и стержни початков. К тому же 15–18% зерна плохо переваривается скотом, потому что оно достигает физиологической или технической спелости. При таких сроках уборки кукурузы на силос возникает необходимость в использовании корнкрекера (до измельчителя, плющилки зерна), так как высокопродуктивным скотом переваривание даже расплюснутых зерен часто является проблематичным. В идеале, зерно должно быть полностью раздроблено [1; 8].

При поздних сроках уборки кукуру-

зы на силос (фаза восковой спелости зерна) в нижней части стебля содержится больше клетчатки и влаги, меньше усвояемой энергии. Помимо того, эта часть стебля имеет самую высокую концентрацию нитратов. При рекомендуемой высоте скашивания (10–15 см над уровнем почвы) существенно снижается качество корма и его безопасность [7; 9; 10].

Увеличение высоты среза растений кукурузы при уборке на силос рассматривается как мера регулирования сроков уборки, влажности силосуемого сырья, питательной ценности готового корма и его аэробной стабильности. С этой целью растения срезают выше третьего междоузлия, примерно на высоте 35–45 см от уровня почвы. Такая силосная масса отличается лучшей усвояемостью нейтрально детергентной клетчатки (примерно на 5%) и более высоким содержанием крахмала, а следовательно, и повышенной энергетической ценностью. В расчете на каждые оставленные в поле 10 см стерни приходится 1% повышения содержания сухого вещества, а в каждом его килограмме — +0,2 МДж чистой энергии лактации. Кормление таким силосом увеличивает надои молока и не снижает его жирности, если в рацион включены корма с высоким содержанием клетчатки [6; 9].

Негативной стороной увеличения высоты скашивания силосуемой кукурузы является снижение продуктивности посевных площадей и объема заготовляемого корма. По разным оценкам, размер снижения выхода силоса колеблется от 7,4 до 15,0% [7; 9–11]. В результате выход молока с единицы посевной площади также снижается на 2–12% [7]. В

некоторых случаях силос из кукурузы, скошенной на высоком срезе, может повысить производство молока, но снизить содержание молочного жира, и общая экономическая выгода от его использования будет либо отрицательной, либо слабо положительной [12]. Сведение к минимуму снижения содержания молочного жира имеет решающее значение. Помимо этого, при более высоком скашивании кукурузы в силосной массе повышается содержание сухого вещества, и она труднее уплотняется, что может привести к аэробной нестабильности заготавливаемого силоса. Чтобы снизить негативное влияние высокого скашивания на аэробную стабильность кукурузного силоса предлагается скашивать растения на 2–5 дней раньше при высоте среза 30 см или на 5–13 дней — при высоте 60 см [13].

Основываясь на результатах проведенных опытов, исследователи приходят к выводу, что высокий срез кукурузы оправдан только тогда, когда силос предназначен для кормления высокопродуктивных коров и, следовательно, подходит не для всех хозяйств [9]. В каждом конкретном случае высота среза должна определяться индивидуально для каждого хозяйства путем расчета экономических последствий ее изменения. Так, по данным университета Пенсильвании [цит. по 11], для большинства хозяйств величина 25 см над уровнем почвы является стандартной высотой среза кукурузы. При выборе оптимального размера этой величины не рекомендовано выходить за пределы 60 см.

Степень измельчения сырья для силосования влияет на плотность укладки силосуемой массы на хранение или

аэробную стабильность, а также на его потребление и продуктивное действие при скармливании силоса [6; 8; 14]. Чем суше силосуемый материал, тем короче он должен измельчаться [3]. При оптимальной влажности силосуемой кукурузы (30–35% сухого вещества) рекомендуется измельчать растения на частички размером 5–8 мм, что способствует более плотной укладке сырья на хранение (до 25% в сравнении с 21 мм) и понижает опасность повторного нагревания и порчи силоса. Это улучшает потребление корма и повышает надои или приросты на откорме. По другим данным [1; 6], при такой влажности длина отрезков кукурузы может достигать до 10 мм при дроблении зерна на частицы не крупнее 5 мм. При более ранних сроках или плохих погодных условиях во время уборки урожая для сохранения структуры силоса размер частиц силосуемой кукурузы должен быть увеличен до 8–15 мм [8]. Вместе с тем размер измельчения кукурузы на силос не должен превышать 20 мм, так как при больших размерах резки ухудшается сохранность силоса. Кроме того, животные охотнее пережевывают частички размером 10–20 мм и хуже — при увеличении их размера [5].

К другим преимуществам короткой резки относят уменьшение транспортных расходов при ее перевозках, улучшение процесса ферментации за счет преобладания молочнокислого брожения благодаря повышению выделения клеточного сока. В таком силосе отмечается низкая активность дрожжей и снижение потерь белка; увеличение количества кислот брожения, улучшающих аэробную стабильность силоса. При его заготовке наблюдаются меньшие потери энергии и

лучшие вкусовые качества корма. При скармливании мелкофракционного кукурузного силоса потери корма снижались на 30%, что равноценно увеличению объемов производства животноводческой продукции на 10–17% [4].

Обоснование необходимости увеличения длины резки силосуемой кукурузы его сторонниками строится на том, что этим обеспечивается лучшая действенность клетчатки силоса, следствием чего является высокий рН рубца в результате более длительного пережевывания корма и снижение риска заболевания ацидозом. В последние годы такой риск особенно усиливается из-за увеличения, вследствие интенсивной селекции, в современных сортах кукурузы содержания крахмала. Мелкая резка кукурузы с размалыванием зерен и заготовка из нее силоса создает реальную опасность пагубного воздействия корма на рубец при скармливании коровам рационов с высокой долей такого силоса [1].

Вместе с тем следует учитывать, что теоретическая длина резки, устанавливаемая на современных силосоуборочных комбайнах, плохо совпадает с практической. При теоретической величине длины резки 4,8 и 22,3 мм фактическая средняя длина составила соответственно 6,8 и 7,9 мм (разница 1,1 мм), а при 19 и 32 мм (с двухмиллиметровым измельчителем зерен) — 9,3 и 9,7 мм (разница — 0,4 мм). При скармливании силосов дойным коровам в составе сбалансированных рационов, в которых их доля составляла от 50,0 до 54,4%, усвоение сухого вещества при уменьшении длины резки увеличивалось. Снижение содержания сухого вещества при увеличении длины резки кормовой кукурузы приво-

дило к ухудшению усвоения энергии и незначительному снижению надоев. Разная длина частиц кукурузного силоса не оказывала никакого влияния на процессы брожения в рубце и значение рН.

Под проблему увеличения длины резки в США разработана и принята специальная программа заготовки кукурузного силоса из целых растений, получившая название «измельчение». Суть этой программы заключается в том, что кукуруза убирается самоходным кормоуборочным комбайном, оснащенным вальцами с поперечными канавками. В процессе уборки самоходный кормоуборочный комбайн устанавливается на большую теоретическую длину резки от 26 до 30 мм по сравнению с обычно применяемой (6–10 мм). Установлено [15], что увеличение длины частиц сырья не оказывает заметного влияния на качество брожения, но уменьшает способность уплотнять более крупную резку.

В Германии проведено исследование [16] влияния нового способа уборки кукурузы на качество брожения, плотность укладки и аэробную стабильность силоса по сравнению с кукурузным силосом, заготовленным традиционным способом. Новая система заготовки силоса приводила к сопоставимым с традиционной параметрам брожения. Повышение степени трамбовки более крупных частиц не устраняло ухудшения их уплотнения. Предотвратить аэробное ухудшение при скармливании такого корма, особенно в теплое время года, возможно лишь при соответствующих темпах выборки.

В дальнейших исследованиях, проведенных на исследовательской станции Футтеркамп (Шлезвиг-Гольштейн) [17], кукурузу на силос убирали с помощью

самоходного кормоуборочного комбайна (John Deere 8500i), оснащенного многоножевой режущей головкой и двумя различными конструкциями вальцов: обратно-пилообразной и перевернуто-пилообразной со спиральной канавкой. Длина измельчения составляла 3, 5, 8, 11, 14, 17, 20, 23, 26 и 29 мм, а влажность сырья — 27–31, 31–35, 35–39 и 39–43%.

Результаты проведенных исследований показали, что доступность крахмала из силоса зависит не от конструкции вальцов, а от установления между ними минимального зазора в 1 мм в сочетании с дифференциальной скоростью вальцов не менее 40% от номинальной. Этим обеспечивается превосходная обработка зерна при всех диапазонах длины резки и стадиях зрелости растений кукурузы. Аэробная стабильность силоса и доступность крахмала повышались с увеличением содержания сухого вещества в сырье. Оптимальная степень уплотнения сырья, особенно кукурузы на поздних стадиях спелости зерна, устраняла влияние на качество силоса стадии зрелости, длины резки и конструкции вальцов.

Содержание сухого вещества и длина измельчения усложняют уплотнение и обеспечение качества корма, включая аэробную стабильность. Вполне закономерно образование в таком силосе большего количества этилового спирта и большие потери сухого вещества. Содержание уксусной кислоты было более высоким в основном в силосе из кукурузы на ранних стадиях зрелости зерна, что, однако, не оказало заметного влияния на аэробную стабильность, вероятно, вследствие того, что на этот показатель оказывает влияние не содержание

уксусной кислоты, а ее массовая доля в общем количестве кислот брожения.

В другом исследовании [6] было установлено, что на продуктивность коров большее влияние оказывает сорт кукурузы, а не длина резки. При скармливании рационов, на 75% состоящих из силосов двух сортов кукурузы с размером частиц 5 и 13 мм (без измельчения зерна) и на 25% из концентрированного корма, более высокие надои имели коровы, которым скармливали силос из скороспелого сорта кукурузы в сравнении со среднеранним.

Плотность укладки силосуемой массы на хранение и ее аэробная стабильность зависят от степени трамбовки. Чтобы обеспечить оптимальное уплотнение силосуемого сырья трамбуемый трактор нельзя оборудовать сдвоенными колесами. Давление в шинах должно быть выше 2,5 бар, а рабочая скорость техники в траншее не должна превышать 4 км/час. Важно каждый слой травяной массы равномерно распределить по траншее и три–четыре раза утрамбовать. Для равномерного распределения привезенной массы тонким слоем траншея должна иметь длину не менее 30 м, а толщина трамбуемого слоя не должна превышать 30 см. Для того, чтобы в силосной траншее параллельно могли работать две машины, ее минимальная ширина должна быть более 7 м.

Существует определенная зависимость глубины проникновения кислорода воздуха от плотности укладки силосуемой массы на хранение. По данным Лозанда [цит. по 3], плотность укладки 150 кг сухого вещества (СВ)/м³ позволяет воздуху проникать в силосуемую кукурузу на глубину от 45 до 80 см в день,

плотность 210 кг СВ/м³ — на 25–40 см и плотность 270 кг СВ/м³ — на 15–20 см. Иными словами, высокая плотность укладки силоса снижает глубину проникновения воздуха, то есть повышает аэробную стабильность.

Попадание дождевой воды, а с ней и кислорода в силос, можно исключить путем укрытия стенок траншеи полиэтиленовой пленкой толщиной 120–160 мкм. Для того чтобы после открытия силоса в него попадало как можно меньше воздуха, плотность укладки при содержании в сырье 28% сухого вещества должна составлять 230 кг/м³ сухого вещества или 840 кг/м³ свежей массы, при 33% — 270 или 820, при 35% — 290 или 830 и при 38% — 320 или 840 кг/м³. Такую плотность укладки можно обеспечить при условии, если масса всей техники, работающей в траншее, будет составлять $\frac{1}{4}$ – $\frac{1}{3}$ от привозимой в течение часа силосной массы [6]. Более тщательно нужно уплотнять массу по краям силосной траншеи. Верхний слой сырья должен быть измельчен до частиц размером не более 8 мм для того, чтобы обеспечить нужную степень уплотнения [3]. Для устранения проникновения воздуха в ранее уложенную массу ежедневно в траншею следует укладывать слой не менее 80 см в уплотненном виде [1].

Важнейшим условием обеспечения аэробной стабильности во время хранения силоса является тщательная изоляция силосуемой массы от проникновения воздуха после завершения закладки корма. После того, как прибыла последняя машина с сырьем, трамбовка массы должна ограничиваться 1–1,5 часами. Затем траншея сразу же закрывается пленкой. При этом важно использовать два

слоя пленки для исключения попадания воздуха в силос в течение всего периода хранения. Первый тонкий слой (40–50 мкм) плотно прилегает к поверхности массы, обеспечивая герметичность хранилища. Второй слой черно-белой силосной пленки (120–150 мкм и более) защищает силос от дождей, солнца и животных, усиливая воздухо непроницаемость хранилища. Также обязательно укладывать пленку и на всю длину боковых стен. Для улучшения герметичности пленку желательнее склеивать в полотнища липкой лентой шириной 8–10 см. Защитная сетка, укладываемая поверх пленки, уберегает ее от повреждения. Сверху помещается груз, например, мешки с песком, для закрепления пленки в два ряда у боков траншеи и через каждые 5 м поперек нее [3; 5; 6]. Такое укрытие надежно предохраняет корм от порчи.

Задержка с герметизацией силосуемой массы приводит к ограничению образования молочной кислоты и замене молочнокислого брожения на маслянокислое. Это создает условия для развития дрожжей и грамотрицательных бактерий с последующим разложением силоса [18].

Рост микроорганизмов, вызывающих порчу, можно ограничить, а потери питательных веществ снизить при укрытии силоса пленками с низкой кислородопроницаемостью. В условиях Бразилии на экспериментальной ферме Государственного университета Маринга были проведены исследования [19] по оценке преимуществ укрытия силоса кислородонепроницаемой пленкой (Silostop) путем замены обычной полиэтиленовой пленки на такую же пленку, но обработанную этиленвиниловым спиртом. Ку-

курузу для силосования убирала в середине стадии молочно-восковой спелости зерна (31% сухого вещества) прицепным кормоуборочным комбайном и укладывали одновременно в два 30-тонных силосохранилища без добавок. Нейлоновые мешки, наполненные измельченным кормом (500 г), при заполнении хранилища закапывали в верхний (глубина 15 см от поверхности), средний (глубина 75 см) и нижний (глубина 135 см) слои силоса. Оба силосохранилища были вскрыты после 93 дней хранения.

В проведенном исследовании было подтверждено ранее установленное положение [20], что пленки с барьером для кислорода отличаются меньшей его проницаемостью по сравнению со стандартными полиэтиленовыми пленками. Укрытие силоса такими пленками ограничивало рост дрожжей, снижало температуру силоса и потери сухого вещества при хранении, особенно в верхнем 15-сантиметровом слое. Вместе с тем в обоих случаях не было отмечено визуальных признаков порчи силоса, что может быть связано с его защитой от УФ-излучения и хорошими темпами выборки во время скармливания (> 12 см/день). Кроме того, риск аэробной порчи мог быть снижен образованием в процессе силосования противогрибковых соединений, таких как уксусная кислота, при относительно низком содержании сухого вещества в сырье [21]. Существенных различий в показателях роста откармливаемых бычков, которых кормили кукурузным силосом, не наблюдалось из-за отсутствия признаков порчи и относительно низкой доли этого корма (40%) в сухом веществе рациона.

Причина аэробной нестабильности кукурузного силоса заключается, прежде всего, в высокой концентрации в нем остаточного сахара. Причем наиболее восприимчивым к аэробной порче считается силос из кукурузы в фазе восковой спелости зерна [22]. Кукуруза в этой стадии спелости в Нечерноземной зоне на силос убирается в начале осени. В это время на ней фиксируется максимальная численность эпифитных молочнокислых бактерий ($> 10^5$ КОЕ в 1 г). Причем все они представлены одной высокоактивной палочкой *Lactobacillus plantarum*, которая в наибольшей степени пригодна к брожению на массе с высоким содержанием сухого вещества [23].

Подкисление такого сырья обеспечивается незначительным количеством молочной кислоты, получаемой при ограниченном брожении с сохранением значительного количества сахара. Проникновение воздуха в такой силос стимулирует развитие дрожжей, аэробных бактерий и плесневых грибов. К основным видам дрожжей относятся *Candida*, *Hansenula*, *Pichia*, и *Saccharomyces* [24; 25]. С ростом численности дрожжей связывают инициацию процесса аэробной порчи кукурузного силоса. При наличии сахара они активно размножаются [26].

По мнению Woolford [27], склонным к аэробной порче силос становится тогда, когда количество дрожжей в нем увеличивается до более чем $5 \log$ КОЕ/г корма. Силос из кукурузы восковой спелости на момент вскрытия силосохранилищ становится нестабильным при выемке, когда в нем содержится 10^4 – 10^5 КОЕ дрожжей/г [28].

Условия для возникновения аэробной порчи силоса создаются при нарушении

герметичности хранилищ [21; 29–31]. Однако при недостаточно надежной герметизации воздух в силос может проникать и в процессе хранения [19].

При проникновении воздуха в силос начинают активно размножаться дрожжи, для которых в кукурузном силосе созданы идеальные условия благодаря достаточному количеству питательных веществ, тепла и влаги. В этих условиях кислотоустойчивые дрожжи и бактерии потребляют сахар и органические кислоты, в первую очередь молочную, консервирующие силос. При этом появляется возможность полного окисления продуктов метаболизма до CO_2 и H_2O , и тем самым для дрожжей открывается практически неисчерпаемый источник энергии. В результате окисления микроорганизмами кислот и водорастворимых углеводов до диоксида углерода и воды температура большинства аэробно-скоропортящихся силосов, таких как кукурузный, становится выше, чем у окружающей среды. Вследствие этого повышается рН силоса и инициируются аэробные процессы порчи [32; 33].

В процессе жизнедеятельности дрожжей происходит повышение температуры и ухудшение органолептических качеств вследствие накопления патогенов и микотоксинов, создающих риски для здоровья людей и животных. В результате увеличиваются потери сухого вещества и снижается его потребление, что, в свою очередь, обусловлено падением питательной ценности силоса [32; 34–37]. Поэтому в настоящее время, прежде всего в зарубежной практике силосования, особое внимание уделяется устранению или замедлению развития дрожжей, плесневых грибов и маслянокислых

бактерий при выемке силоса в результате его аэрирования кислородом воздуха, или обеспечению аэробной стабильности силосованного корма [38].

Вместе с тем не любые виды дрожжей и не в любых условиях делают силос аэробно нестабильным. В некоторых случаях даже более высокое их содержание ($>1 \cdot 10^5$ КОЕ/г) при воздействии воздуха не нарушает стабильности силосов. Из 18 штаммов дрожжей, относящихся к семи видам, выделенных из четырех различных кукурузных силосов и изученных в условиях Германии [39], высокий риск для аэробной стабильности силоса, по результатам экспериментов по культивированию, показали лишь *P. kudriavzevii*, *P. fermentans*, *C. ethanolica*, *C. humilis* и *K. exigua* [40].

Среди патогенов аэробного силоса потенциально опасным является *Listeria monocytogenes*. Это патоген пищевого происхождения, который оказывает отрицательное влияние на сыропригодность молока. В исследованиях Е. Табаччо et al. [29] кукурузного силоса, отобранного в центральных и периферийных зонах силосохранилищ из 18 молочных ферм Италии, было установлено, что испорченные поверхности кукурузного силоса могут стать одним из основных источников прямого заражения видами *L. innocua* и *L. monocytogenes* из состава смешанного рациона, скармливаемого молочным коровам.

Потенциальную опасность для консервированного молока и молочных продуктов представляет также появление в силосе спор *Paenibacillus* и *Clostridium*, которые могут выжить при переработке молока и производстве сыра, впоследствии прорасти и нанести

ущерб [41]. Аэробная порча силоса способствует прорастанию и активному размножению этих бактерий. Прогрессивные технологии заготовки силоса способны уменьшить количество испорченного корма и снизить риск заражения спорами *Clostridium spp.* и *Paenibacillus spp.* на всех этапах цепочки производства молока [42].

Бактерии рода *Acetobacter*, продуцирующие уксусную кислоту, наряду с дрожжами присутствуют в силосе во время его раннего скармливания и разлагают молочную кислоту [31; 43].

О начале интенсивной аэробной порчи силоса достаточно надежно и достоверно можно судить по данным о наличии в нем кислорода и углекислого газа, а также молочной и масляной кислот. Следует отметить, что кислород в составе воздуха изначально содержится в силосуемой массе. В 1 кг сухого вещества такой массы при 30%-ном его содержании содержится один литр воздуха. Однако этот литр после двух–трех часов герметизации полностью используется микроорганизмами и растительными клетками. При содержании в растениях более 35% сухого вещества содержание воздуха в силосуемой массе увеличивается до 2–4 литров. В этом случае время его поглощения микроорганизмами и менее активными растительными клетками значительно увеличивается, поэтому и нежелательные процессы брожения в сырье проходят дольше [5].

В доброкачественном силосе при надежной изоляции от доступа воздуха силосные газы на 85% и более состоят из углекислого газа, а кислорода в их составе быть не должно. Массовая доля молочной кислоты превышает 60% от

суммы кислот брожения, а масляной не должно быть.

Снижение содержания в силосной массе углекислого газа до 65% и обнаружение кислорода воздуха в количестве 0,2% можно считать началом аэробного поражения корма при поступлении воздуха. Этого достаточно для того, чтобы ферментативная система дрожжей переключилась на регулирование процесса дыхания. Незначительное уменьшение концентрации молочной кислоты за счет ее окисления с образованием уксусной отмечается при снижении содержания углекислого газа до 60% и повышении концентрации кислорода до 0,5%.

При дальнейшем поступлении воздуха содержание углекислого газа в силосном газе снижается до 48–50%, а концентрация кислорода достигает 0,7–0,8%. В этих условиях соотношение молочной и уксусной кислот выравнивается. При снижении содержания углекислого газа до 45% и наличии кислорода свыше 1,0% начинает происходить образование масляной кислоты [38], а при снижении концентрации углекислого газа в силосном газе до 35–36% и повышении содержания кислорода до 5% — интенсификация ее при резком снижении содержания молочной кислоты. Из-за расхода продуктов брожения рН силоса повышается. Как только значение рН поднимется выше 4,5, на нем начинает расти большое количество других аэробных микроорганизмов, которые вызывают еще больший разогрев и еще большую порчу силоса [44].

Независимо от степени дальнейшего аэрирования содержание углекислого газа в силосе остается практически неизменным (в пределах 35%), а содержание

кислорода возрастает до 7%. Признаком полной порчи силоса является выделение газа со зловонным запахом в результате образования вредных и ядовитых продуктов распада белка и масляной кислоты [38].

При доступе воздуха, даже при неукоснительном соблюдении правил силосования, при выемке силоса из кукурузы восковой спелости зерна из хранилищ потери от аэробной порчи достаточно велики (до 9,6%) [45]. В результате корм раскисляется, а физико-химические условия становятся более благоприятными для возобновления роста других нежелательных микроорганизмов.

Аэробная нестабильность силоса имеет прямую зависимость от количества в силосе сухого вещества и дрожжей и обратную — от содержания уксусной и масляной кислот [46]. Однако высокое содержание масляной кислоты указывает на активность клостридий, связанную со значительными потерями питательных веществ и проблемами со здоровьем у животных. Пропионовая кислота в силосе присутствует редко и в небольших количествах из-за малой концентрации микроорганизмов, ее производящих, и низкой их конкурентоспособности.

Кукурузный силос можно начинать скармливать животным через 4–6 недель после закладки. Вскрытие хранилища инициирует активизацию жизнедеятельности дрожжей, плесени и другой аэробной микрофлоры, что приводит к нагреванию массы и потерям сухого вещества [5]. Чтобы этого не происходило необходимо обеспечивать соответствующую скорость выемки. По данным Х. Нусбаума [цит. по 47], зимой из хранилищ по всей ширине еженедельно следует

выбирать не менее 1–1,5 метров силоса, летом — 2–2,5 метра. Более медленная выемка приводит к нагреванию силоса и потерям энергии, снижению потребления корма животными. При этом гладкая площадь среза и равномерная выемка по всей площади (с помощью фрезы) играет хотя и важную, но второстепенную роль, а главная принадлежит достаточной скорости выемки. Для предотвращения парникового эффекта срез должен оставаться открытым [3; 6].

Вместе с тем, по мнению I. De Oliveira et al. [48], норма выборки в расчете на квадратный метр более надежный показатель для оценки размера потерь, поскольку учитывает плотность силоса. Риск порчи кукурузного силоса, по их данным, снижается, если с 1 м² в день выбирается от 250 до 375 кг. Выборка более 375 кг силоса/день исключает порчу силоса. Для обнаружения аэробной порчи кукурузного силоса также можно использовать разницу рН между фактическим и эталонным силосом в сочетании с разницей температур. Значение разницы рН выше 0,25 указывает на то, что может начаться ухудшение аэробных свойств [49].

Причиной аэробной нестабильности может стать достаточно распространенная практика животноводства в разных регионах мира — перемещение кукурузного силоса, связанное либо с его продажей, либо с перевозкой к местам скармливания, расположенным на значительном расстоянии от силосохранилища [50]. Перемещение силоса, подверженного аэробной порче, приводит к увеличению популяций дрожжей и ухудшению его качества [51]. Для предотвращения такого развития событий,

по мнению А.С. do Rêgo et al. [52], важно знать влияние времени воздействия воздуха при перемещении и применении микробных инокулянтов на количество молочнокислых бактерий, дрожжей и плесени, а также аэробную стабильность кукурузного силоса.

Продолжительность аэробной стабильности возрастает с увеличением срока хранения корма [53]. Кукурузный силос должен подвергаться брожению минимум три недели. На 30-е сутки силосования, когда процесс брожения считается законченным и корм готов к употреблению, продолжительность аэробной стабильности составляет не более 1–2 суток. При более длительном анаэробном хранении она увеличивается. Дрожжи в таком корме находятся в состоянии так называемого «покоя», но при наличии в силосе остаточного сахара их ферментативная система функционирует, обеспечивая окислительно-восстановительные и синтетические процессы, в основном, направленные на образование этилового спирта — основного нежелательного процесса при силосовании такого сырья.

При соблюдении технологии заготовки силоса подавление активности нежелательных микроорганизмов в анаэробных условиях происходит за счет низкого уровня рН, наличия в его составе достаточного количества органических кислот и правильного их соотношения [54].

В аэробных условиях рост дрожжей и плесени, возбудителей аэробной порчи эффективно подавляют уксусная, масляная и пропионовая кислоты, которые менее диссоциированы, чем молочная кислота. Молекулы таких кислот путем

пассивной диффузии проникают внутрь микробной клетки, что приводит к высвобождению H^+ ионов, снижению внутриклеточного рН и гибели клетки.

Таким образом, аэробная стабильность кукурузного силоса обеспечивается правильными сроками уборки растений, приходящимися на фазу восковой спелости зерна при содержании 30–35% сухого вещества. Увеличение высоты скашивания растений в указанные сроки до 50 см увеличивает долю зерна в урожае, благодаря чему повышается его питательная ценность и продуктивное действие, но снижается общая урожайность. Это приводит к повышению содержания сухого вещества в силосуемой массе, что для обеспечения аэробной стабильности предполагает более тонкое измельчение сырья (6–10 мм) и более плотную укладку его на хранение. Степень измельчения более влажного сырья может быть увеличена до 20 мм. Плотность укладки силосуемого сырья на хранение должна варьировать в пределах 230–320 кг СВ/м³ в зависимости от его исходной влажности. Надежную герметизацию силоса обеспечивает его укрытие двумя слоями полиэтиленовой пленки, склеенной липкой лентой в полотнища. Аэробная стабильность повышается при увеличении срока хранения силоса. К скармливанию кукурузного силоса желательно приступать не ранее 4–6 недель после окончания закладки. Для обеспечения аэробной стабильности глубина еженедельно выбираемого слоя силоса должна составлять не менее 1–1,5 метров зимой и 2–2,5 метров летом. Аэробную стабильность силоса повышает также использование специальных химических и биологических препаратов.

Литература

1. Оноприенко Н.А., Мандрыкина Н.А., Оноприенко В.В. Приготовление сенажа, кукурузного силоса и консервирование плющеного зерна кукурузы : рекомендации производству. – Краснодар, 2012. – 36 с.
2. Патент Европейского патентного ведомства EP3105355A1, C12R1/24. Микроорганизм *Lactobacillus brevis* ТАК 124-1 NCIMB42149 и его использование / К. Кокк, Э. Сонгисепп, М. Рэтсеп, А. Олт, Х. Калдмяэ, О.К.М. Отс. – Публикация 2020-02-20.
3. Миллер А.-М. Греется силос? почему – из-за чего – что делать? [Электронный ресурс] / Пер. Е. Бабенко. – URL: [http:// www.agrovesti.net/lib/tech/fodder-production-tech/8-...](http://www.agrovesti.net/lib/tech/fodder-production-tech/8-...) (дата обращения 07.07.2023).
4. Romero J.J., Park J., Joo Y., Zhao Y., Balseca-Paredes M.A., Gutierrez-Rodriguez E., Castillo M.S. Microbial ecology, fermentation, and aerobic stability of conventional and BMR corn hybrids ensiled at high moisture with or without a homo and heterofermentative inoculants. In: *XVIII International Silage Conference*, July 24–26, 2018, Bonn, Germany, pp. 36–37.
5. Кукуруза на силос: заготавливаем по всем правилам [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.agrovesti.net/lib/tech/fodder-production-tech/8-...> (дата обращения 07.07.2023).
6. Резать кукурузу длинно или коротко? [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.bee-garden.ru/raznoe-2/vysota-sreza-kukuruzy-na-...> (дата обращения 07.07.2023).
7. Барнхарт С. Заготовка высококачественного кукурузного силоса [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.bee-garden.ru/raznoe-2/vysota-sreza-kukuruzy-na-...> (дата обращения 07.07.2023).
8. Кукуруза на силос: степень измельчения массы // Кукуруза в кормлении КРС: уборка и консервация : брошюра компании KWS – 2015 [Электронный ресурс] / Пер. Е. Бабенко. – URL: <http://www.agrovesti.net/lib/tech/fodder-production-tech/8-...> (дата обращения 07.07.2023).
9. Получение кайфа с кукурузным силосом [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.agrovesti.net/lib/tech/fodder-production-tech/8-...> (дата обращения 07.07.2023).
10. Лауэр Д. Урожайность кукурузного силоса и компромисс между качеством при изменении высоты скашивания [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.bee-garden.ru/raznoe-2/vysota-sreza-kukuruzy-na-...> (дата обращения 07.07.2023).
11. Маханна Б. Влияние высоты скашивания и зрелости на питательную ценность кукурузного силоса для дойных коров [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.bee-garden.ru/raznoe-2/vysota-sreza-kukuruzy-na-...> (дата обращения 07.07.2023).
12. Соображения по управлению высотой скашивания кукурузного силоса [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.bee-garden.ru/raznoe-2/vysota-sreza-kukuruzy-na-...> (дата обращения 07.07.2023).
13. Высота скашивания кукурузы на силос [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.bee-garden.ru/raznoe-2/vysota-sreza-kukuruzy-na-...> (дата обращения 07.07.2023).
14. Nußbaum H. Futterkonservierung. In: N. Lütke-Entrup, F. Schwarz, H. Heilmann (eds.). *Handbuch Mais*. Deutsches Maiskomitee, Bonn, Germany, 2013. Pp. 264–287.
15. Leurs K. Einfluss von Häcksellänge, Aufbereitungsgrad und Sorte auf die Siliereigenschaften von Mais. Forschungsbericht Agrartechnik des Arbeitskreises Forschung und Lehre der MaxEyth-Gesellschaft Agrartechnik im VDI, 2006, vol. 438, 68 s.
16. Huenting K., Schneider M., Spiekers H., Pries M. Effect of shredlage maize harvesting technology on fermentation parameters, packing densities and aerobic stability of maize crop ensiled in bunker silos. In: *XVIII International Silage Conference*, July 24–26, 2018, Bonn, Germany, pp. 492–493.
17. Thaysen J., Gerighausen H.-G., Maack C., Richardt W., Ewen A., Kellner K., Sierts H.-P. Effects of stage of maturity, rollers and chopping length on starch availability, losses and aerobic stability of maize (*Zea mays* L.) silage. In: *XVIII International Silage Conference*, July 24–26, 2018, Bonn, Germany, pp. 504–505.

18. Мак-Дональд П. Биохимия силоса / Пер. с англ. Н.М. Спичкина; под ред. и с предисл. К.И. Каменской. – М. : Агропромиздат, 1985. – 272 с.
19. Machado J., García-Díaz T., Scheidt K.C., Osmari M.P., Banchemo C., Wilkinson J.M., Jobim C.C., Daniel J.L.P. Replacement of polyethylene film with Silostop oxygen barrier film on the nutritive value of corn silage for finishing beef cattle. In: *XVIII International Silage Conference*, July 24–26, 2018, Bonn, Germany, pp. 536–537.
20. Wilkinson J.M., Davies D.R. The aerobic stability of silage: Key findings and recent developments. *Grass and Forage Science*. 2012. N 68. Pp. 1–19.
21. Wilkinson J.M., Fenlon J.S. A meta-analysis comparing standard polyethylene and oxygen barrier film in terms of losses during storage and aerobic stability of silage. *Grass and Forage Science*. 2013. N 69. Pp. 385–392.
22. Вайсбах Ф. Будущее консервирования кормов // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2012. – № 2. – С. 49–70.
23. Квасников Е.И., Щелокова И.Ф. Микрофлора ранних стадий силосования // Известия АН СССР, сер. биол. – 1968. – № 4. – 43 с.
24. Johnson-Green P. Introduction to Food Biotechnology. Boca Raton, CRC Press, 2002, 312 p.
25. Yang J., Cao Y., Cai Y. & Terada F. Natural population of lactic acid bacteria isolated from vegetable residues and silage fermentation. *J. Dairy Sci.*, 2010, vol. 93, pp. 3136–3145.
26. Кучин И.В., Победнов Ю.А. Основы приготовления и перспективы использования силоса и сенажа [Электронный ресурс] // Адаптивное кормопроизводство. – 2013. – № 3 (15). – С. 13–25. – URL: <http://www.adaptagro.ru>.
27. Woolford M.K. The detrimental effect of air on silage. *Journal of Applied Bacteriology*, 1990, vol. 68, pp. 101–116.
28. Auerbach H. Verfahrensgrundlagen zur Senkung des Risikos eines Befalls von Silagen mit *Penicillium roqueforti* und einer Kontamination mit Mykotoxinen dieses Schimmelpilzes. *Landbau-forschung Völkenrode*, 1996, Sonderheft 168, 167 s.
29. Tabacco E., Nucera D.M., Piano S., Borreani G. Recovery and PCR-based characterization of *Listeria* strains from total mixed ration and maize silages with different silo management practices. In: *XVIII International Silage Conference*, July 24–26, 2018, Bonn, Germany, pp. 160–161.
30. Лаптев Г.Ю. Эффективность препарата «Биотроф-600» для борьбы с нежелательной микрофлорой при хранении плющеного зерна // Актуальные проблемы заготовки, хранения и рационального использования кормов : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Москва, 2009. – С. 41–45.
31. Победнов Ю.А. Основы и способы силосования трав. – Санкт-Петербург, 2010. – 192 с.
32. Pahlow G., Muck R.E., Driehuis F., Oude Elferink S.J.W.H., Spoelstra S.F. Microbiology of ensiling. In: *Silage science and technology*. D.R. Buxton, R.E. Muck, J.H. Harrison, eds. American Society of Agronomy. 2003. Madison, Wisconsin, USA. Pp. 31–94.
33. Da Silva E.B., Polukis S.A., Savage R.M., Smith M.L., Mester R.N., Kung Jr.L. Effects of *Lactobacillus buchneri* PJB/1 alone and in combination with *Lactobacillus plantarum* MTD-1 on the bacterial community composition and aerobic stability of high moisture corn stored with or without air stress. In: *XVIII International Silage Conference*, July 24–26, 2018, Bonn, Germany, pp. 254–255.
34. Borreani G., Tabacco E., Schmidt R.J., Holmes B.J., Muck R.E. Factors affecting dry matter and quality losses in silages. *Journal of Dairy Science*, 2018, vol. 101, pp. 3952–3979.
35. Borreani G., Ferrero F., Coppa M., Demey V., Tabacco E. Effect of different inocula on aerobic stability of corn silage. In: *XVIII International Silage Conference*, July 24–26, 2018, Bonn, Germany, pp. 238–239.
36. Dolci P., Tabacco E., Borreani G. Microbial dynamics during aerobic exposure of corn silage stored under oxygen barrier or polyethylene films. *Applied and Environmental Microbiology*, 2011, vol. 77, pp. 7499–7507.

37. Алексеев В., Блюсюк С. Кукурузный силос: сохранить чтобы испортить [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.agrovesti.net/lib/tech/fodder-production-tech/8-...> (дата обращения 07.07.2023).
38. Приготовление силоса и сенажа с применением отечественных биологических препаратов / В.А. Бондарев, В.М. Косолапов, В.П. Клименко, А.Н. Кричевский. – М., 2016. – 212 с.
39. McDonald P., Henderson A.R., Heron S.J.E. The biochemistry of silage. 1991. Chalcombe Pub., Marlow, UK. 340 p.
40. Zielke J., Pieper B. Characterizations of different yeast species from corn silage and their ability to degrade lactate. In: *XVIII International Silage Conference*, July 24–26, 2018, Bonn, Germany, pp. 128–129.
41. Te Giffel M.C., Wagendorp A., Herrewegh A., Driehuis F. Bacterial spores in silage and raw milk. *Antonie van Leeuwenhoek*, 2002, vol. 81, pp. 625–630.
42. Borreani G., Nucera D., Casale M., Piano S., Ferrero F., Tabacco E. Uncorrected silo management increases the risk of contamination of the milk production chain with *Clostridium spp.* and *Paenibacillus spp.* In: *XVIII International Silage Conference*, July 24–26, 2018, Bonn, Germany, pp. 168–169.
43. Spoelstra S.F., Courtin M.G., van Beers J.A.C. Acetic acid bacteria can initiate aerobic deterioration of whole crop maize silage. *Journal of Agricultural Science*. Cambridge, 1988, vol. 111, pp. 127–132.
44. Courtin M.G., Spoelstra S.F. A simulation model of the microbiological and chemical changes accompanying the initial stage of aerobic deterioration of silage. *Grass Forage Sci.*, 1990, vol. 45, pp. 153–165.
45. Бондарев В.А. Эффективнее использовать химические консерванты для кормов // Химизация сельского хозяйства. – 1991. – № 6. – С. 96–101.
46. Ohyama Y., Hara S., Masaki S. Analysis of factors affecting the aerobic degradation of grass silos. In: Thomas C. (ed.) *Feed Conservation in the 80s. BGS Sometimes Symposium Re-Ding*. UK: British Grassland Society. 1980, no. 11, pp. 257–261.
47. Нусбаум Х. 8 правил заготовки кукурузного силоса наилучшего качества [Электронный ресурс] / Пер. Е. Бабенко. – URL: <http://www.agrovesti.net/lib/tech/fodder-production-tech/8-...> (дата обращения: 07.07.2023).
48. De Oliveira I., Tabacco E., Ferrero F., Borreani G., Bernardes T.F. A new approach to assess feed-out rate in maize silage bunker. In: *XVIII International Silage Conference*, July 24–26, 2018, Bonn, Germany, pp. 454–455.
49. Gervásio G.A., De Oliveira I., Tabacco E., Ferrero F., Borreani G., Bernardes T. pH index as a method to identify aerobic deterioration in farm maize silage. In: *XVIII International Silage Conference*, July 24–26, 2018, Bonn, Germany, pp. 456–457.
50. Chen Y., Weinberg Z.G. The effect of relocation of whole-crop wheat and corn silages on their quality. *J. Dairy Sci.*, 2014, vol. 97, pp. 406–410.
51. Pahlow G., Muck R.E., Driehuis F., Oude Elferink S.J.W.H., Spoelstra S.F. Silage Science and Technology. Agronomy Monograph 42, 2003. Chapter 2. Pages 31–93. In: *Microbiology*. D.R. Buxton, R.E. Muck, J.H. Harrison (eds.). American Society of Agronomy, Madison, WI.
52. Do Rêgo A.C., Mendonça R.C.A., Souza M.S., Santos R.I.R., Domingues M.F.N., Faturi C., Bernardes T.F., da Silva T.C. Effects of relocation and microbial inoculants on microbial population and aerobic stability of corn silage. In: *XVIII International Silage Conference*, July 24–26, 2018, Bonn, Germany, pp. 502–503.
53. Шмидт В., Веттерау Г. Производство силоса / Пер. с нем. Г.Н. Мирошниченко. – М. : Колос, 1975. – 352 с.
54. Muck R. Microbiology of ensiling. In: K. Kuoppala, M. Rinne, A. Vanhatalo (eds.). *Proceedings of the XVI International Silage Conference*, Hämeenlinna, Finland, 2012, pp. 75–86.

References

1. Onoprienko N.A., Mandrykina N.A., Onoprienko V.V. Prigotovleniye senazha, kukuruznogo silosa i konservirovaniya plyushchenogo zerna kukuruzy: rekomendatsii proizvodstvu [Preparation of haylage, corn silage and preservation of flattened corn grain: production recommendations]. Krasnodar, 2012, 36 p.
2. European Patent Office Patent EP3105355A1, C12R1/24. Mikroorganizm *Lactobacillus brevis* TAK 124-1 NCIMB42149 i yego ispol'zovaniye [The microorganism *Lactobacillus brevis* TAK 124-1 NCIMB42149 and its use]. K. Kokk, E. Songisepp, M. Retsep, A. Olt, Kh. Kaldmyae, O.K.M. Ots. Publication 2020-02-20.
3. Miller A.-M. Greyetsya silos? pochemu – iz-za chego– chto delat'? [Is the silo heating up? why – because of what – what to do?]. Transl. E. Babenko. URL: <http://www.agrovesti.net/lib/tech/fodder-production-tech/8-...> (accessed 07.07.2023).
4. Romero J.J., Park J., Joo Y., Zhao Y., Balseca-Paredes M.A., Gutierrez-Rodriguez E., Castillo M.S. Microbial ecology, fermentation, and aerobic stability of conventional and BMR corn hybrids ensiled at high moisture with or without a homo and heterofermentative inoculant. In: *XVIII International Silage Conference*, July 24–26, 2018, Bonn, Germany, pp. 36–37.
5. Kukuрузa na silos: zagotavlivayem po vsem pravilam [Corn for silage: harvesting according to all the rules]. URL: <http://www.agrovesti.net/lib/tech/fodder-production-tech/8-...> (accessed 07.07.2023).
6. Rezat' kukuruзу dlinno ili korotko? [Cut corn long or short?]. URL: <http://www.bee-garden.ru/raznoe-2/vysota-sreza-kukuruzy-na-...> (accessed 07.07.2023).
7. Barnhart S. Zagotovka vysokokachestvennogo kukuruznogo silosa [Procurement of high-quality corn silage]. URL: <http://www.bee-garden.ru/raznoe-2/vysota-sreza-kukuruzy-na-...> (accessed 07.07.2023).
8. Kukuрузa na silos: stepen' izmel'cheniya massy [Corn for silage: the degree of mass reduction]. *Kukuрузa v kormlenii KRS: uborka i konservatsiya – broshyura kompanii KWS – 2015* [Corn in cattle feeding: harvesting and conservation – brochure of the KWS company – 2015]. Transl. E. Babenko. URL: <http://www.agrovesti.net/lib/tech/fodder-production-tech/8-...> (accessed 07.07.2023).
9. Polucheniye kayfa s kukuruznym silosom [Getting high with corn silage]. URL: <http://www.agrovesti.net/lib/tech/fodder-production-tech/8-...> (accessed 07.07.2023).
10. Lauer D. Urozhaynost' kukuruznogo silosa i kompromiss mezhdru kachestvom pri izmenenii vysoty skashivaniya [Yield of corn silage and compromise between quality when changing the cutting height]. URL: <http://www.bee-garden.ru/raznoe-2/vysota-sreza-kukuruzy-na-...> (accessed 07.07.2023).
11. Makhanna B. Vliyaniye vysoty skashivaniya i zrelosti na pitatel'nyuyu tsennost' kukuruznogo silosa dlya doynnykh korov [Influence of cutting height and maturity on the nutritional value of corn silage for dairy cows]. URL: <http://www.bee-garden.ru/raznoe-2/vysota-sreza-kukuruzy-na-...> (accessed 07.07.2023).
12. Soobrazheniya po upravleniyu vysotoy skashivaniya kukuruznogo silosa [Considerations for managing the cutting height of corn silage]. URL: <http://www.bee-garden.ru/raznoe-2/vysota-sreza-kukuruzy-na-...> (accessed 07.07.2023).
13. Vysota skashivaniya kukuruzy na silos [Mowing height of corn for silage]. URL: <http://www.bee-garden.ru/raznoe-2/vysota-sreza-kukuruzy-na-...> (accessed 07.07.2023).
14. Nußbaum H. Futterkonservierung [Forage Preservation]. In: N. Lütke-Entrup, F. Schwarz, H. Heilmann (eds.). *Handbuch Mais*. Deutsches Maiskomitee, Bonn, Germany, 2013. Pp. 264–287.
15. Leurs K. Einfluss von Häcksellänge, Aufbereitungsgrad und Sorte auf die Siliereigenschaften von Mais [Influence of chop length, degree of processing and variety on the ensiling properties of maize]. Forschungsbericht Agrartechnik des Arbeitskreises Forschung und Lehre der MaxEyth-Gesellschaft Agrartechnik im VDI, 2006, vol. 438, 68 s.

16. Huenting K., Schneider M., Spiekers H., Pries M. Effect of shredlage maize harvesting technology on fermentation parameters, packing densities and aerobic stability of maize crop ensiled in bunker silos. In: *XVIII International Silage Conference*, July 24–26, 2018, Bonn, Germany, pp. 492–493.
17. Thaysen J., Gerighausen H.-G., Maack C., Richardt W., Ewen A., Kellner K., Sierts H.-P. Effects of stage of maturity, rollers and chopping length on starch availability, losses and aerobic stability of maize (*Zea mays* L.) silage. In: *XVIII International Silage Conference*, July 24–26, 2018, Bonn, Germany, pp. 504–505.
18. Mak-Donal'd P. Biokhimiya silosa [Biochemistry of silage]. Transl. from English. N.M. Spichkin. Moscow, Agropromizdat Publ., 1985, 272 p.
19. Machado J., García-Díaz T., Scheidt K.C., Osmari M.P., Bancharo C., Wilkinson J.M., Jobim C.C., Daniel J.L.P. Replacement of polyethylene film with Silostop oxygen barrier film on the nutritive value of corn silage for finishing beef cattle. In: *XVIII International Silage Conference*, July 24–26, 2018, Bonn, Germany, pp. 536–537.
20. Wilkinson J.M., Davies D.R. The aerobic stability of silage: Key findings and recent developments. *Grass and Forage Science*, 2012, no. 68, pp. 1–19.
21. Wilkinson J.M., Fenlon J.S. A meta-analysis comparing standard polyethylene and oxygen barrier film in terms of losses during storage and aerobic stability of silage. *Grass and Forage Science*, 2013, no. 69, pp. 385–392.
22. Weisbach F. Budushcheye konservirovaniya kormov [The future of feed conservation]. *Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh* [Problems of biology of productive animals], 2012, no. 2, pp. 49–70.
23. Kvasnikov E.I., Shchelokova I.F. Mikroflora rannikh stadiy silosovaniya [Microflora of the early stages of ensiling]. *Izvestiya AN SSSR, ser. biol. [Proceedings of the Academy of Sciences of the USSR, biological series]*, 1968, no. 4, 43 p.
24. Johnson-Green P. Introduction to Food Biotechnology. Boca Raton, CRC Press, 2002, 321 p.
25. Yang J., Cao Y., Cai Y., Terada F. Natural population of lactic acid bacteria isolated from vegetable residues and silage fermentation. *J. Dairy Sci.*, 2010, vol. 93, pp. 3136–3145.
26. Kuchin I.V., Pobednov Yu.A. Osnovy prigotovleniya i perspektivy ispol'zovaniya silosa i senazha [Fundamentals of preparation and prospects for the use of silo and haylage]. *Adaptivnoye kormoproizvodstvo [Adaptive fodder production]*, 2013, no. 3 (15), pp. 13–25.
27. Woolford M.K. The detrimental effect of air on silage. *Journal of Applied Bacteriology*, 1990, vol. 68, pp. 101–116.
28. Auerbach H. Verfahrensgrundlagen zur Senkung des Risikos eines Befalls von Silagen mit *Penicillium roqueforti* und einer Kontamination mit Mykotoxinen dieses Schimmelpilzes [Principles of procedure to reduce the risk of silage infestation with *Penicillium roqueforti* and contamination with mycotoxins from this mold]. *Landbauforschung Völkenrode [Agricultural research in Völkenrode]*, 1996, Sonderheft 168, 167 s.
29. Tabacco E., Nucera D.M., Piano S., Borreani G. Recovery and PCR-based characterization of *Listeria* strains from total mixed ration and maize silages with different silo management practices. In: *XVIII International Silage Conference*, July 24–26, 2018, Bonn, Germany, pp. 160–161.
30. Laptsev G.Yu. Effektivnost' preparata "Biotrof-600" dlya bor'by s nezhelatel'noy mikrofloroy pri khraneni i plyushchenogo zerna [Efficiency of the Biotroph-600 preparation for combating undesirable microflora during the storage of rolled grain]. *Aktual'nyye problemy zagotovki, khraneniya i ratsional'nogo ispol'zovaniya kormov [Actual problems of procurement, storage and rational use of feed: materials of the Intern. scientific-practical conf.]*. Moscow, 2009, pp. 41–45.
31. Pobednov Yu. A. Osnovy i sposoby silosovaniya trav [Fundamentals and methods of grass ensiling]. St. Petersburg, 2010, 192 p.
32. Pahlow G., Muck R.E., Driehuis F., Oude Elferink S.J.W.H., Spoelstra S.F. Microbiology of ensiling. In: *Silage science and technology*. D.R. Buxton, R.E. Muck, J.H. Harrison, eds. American Society of Agronomy. 2003. Madison, Wisconsin, USA, pp. 31–94.

33. Da Silva E.B., Polukis S.A., Savage R.M., Smith M.L., Mester R.N., Kung Jr.L. Effects of *Lactobacillus buchneri* PJB/1 alone and in combination with *Lactobacillus plantarum* MTD-1 on the bacterial community composition and aerobic stability of high moisture corn stored with or without air stress. In: *XVIII International Silage Conference*, July 24–26, 2018, Bonn, Germany, pp. 254–255.
34. Borreani G., Tabacco E., Schmidt R.J., Holmes B.J., Muck R.E. Factors affecting dry matter and quality losses in silages. *Journal of Dairy Science*, 2018, vol. 101, pp. 3952–3979.
35. Borreani G., Ferrero F., Coppa M., Demey V., Tabacco E. Effect of different inocula on aerobic stability of corn silage. In: *XVIII International Silage Conference*, July 24–26, 2018, Bonn, Germany, pp. 238–239.
36. Dolci P., Tabacco E., Borreani G. Microbial dynamics during aerobic exposure of corn silage stored under oxygen barrier or polyethylene films. *Applied and Environmental Microbiology*, 2011, vol. 77, pp. 7499–7507.
37. Alekseev V., Blyusyuk S. Kukuruznyy silos: sokhranit' chtoby isportit' [Corn silage: save to spoil]. URL: <http://www.agrovesti.net/lib/tech/fodder-production-tech/8-...> (accessed 07.07. 2023).
38. Bondarev V.A., Kosolapov V.M., Klimenko V.P., Krichevskiy A.N. Prigotovleniye silosa i senazha s primeneniym otechestvennykh biologicheskikh preparatov [Preparation of silage and haylage using domestic biological preparations]. Moscow, 2016. 212 p.
39. McDonald P., Henderson A.R., Heron S.J.E. The biochemistry of silage. Chalcombe Pub., 1991, Marlow, UK. 340 p.
40. Zielke J., Pieper B. Characterizations of different yeast species from corn silage and their ability to degrade lactate. In: *XVIII International Silage Conference*, July 24–26, 2018, Bonn, Germany, pp. 128–129.
41. Te Giffel M.C., Wagendorp A., Herrewegh A., Driehuis F. Bacterial spores in silage and raw milk. *Antonie van Leeuwenhoe*, 2002, vol. 81, pp. 625–630.
42. Borreani G., Nucera D., Casale M., Piano S., Ferrero F., Tabacco E. Uncorrected silo management increases the risk of contamination of the milk production chain with *Clostridium spp.* and *Paenibacillus spp.* In: *XVIII International Silage Conference*, July 24–26, 2018, Bonn, Germany, pp. 168–169.
43. Spoelstra S.F., Courtin M.G., van Beers J.A.C. Acetic acid bacteria can initiate aerobic deterioration of whole crop maize silage. *Journal of Agricultural Science*. Cambridge, 1988, vol. 111, pp. 127–132.
44. Courtin M.G., Spoelstra S.F. A simulation model of the microbiological and chemical changes accompanying the initial stage of aerobic deterioration of silage. *Grass Forage Sci.*, 1990, vol. 45, pp. 153–165.
45. Bondarev V.A. Effektivneye ispol'zovat' khimicheskkiye konservanty dlya kormov [More efficient use of chemical preservatives for feed]. *Khimizatsiya sel'skogo khozyaystva* [Chemicalization of agriculture], 1991, no. 6, pp. 96–101.
46. Ohyama Y., Hara S., Masaki S. Analysis of factors affecting the aerobic degradation of grass silos. In: Thomas C. (ed.) *Feed Conservation in the 80s. BGS Sometimes Symposium Re-Ding*. UK: British Grassland Society. 1980, no. 11, pp. 257–261.
47. Nusbaum Kh. 8 pravil zagotovki kukuruznogo silosa nailuchshego kachestva [8 rules for harvesting the best quality corn silage] / Transl. E. Babenko. URL: <http://www.agrovesti.net/lib/tech/fodder-production-tech/8-...> (accessed 07.07.2023).
48. De Oliveira I., Tabacco E., Ferrero F., Borreani G., Bernardes T.F. A new approach to assess feed-out rate in maize silage bunker. In: *XVIII International Silage Conference*, July 24–26, 2018, Bonn, Germany, pp. 454–455.
49. Gervásio G.A., De Oliveira I., Tabacco E., Ferrero F., Borreani G., Bernardes T. pH index as a method to identify aerobic deterioration in farm maize silage. In: *XVIII International Silage Conference*, July 24–26, 2018, Bonn, Germany, pp. 456–457.

50. Chen Y., Weinberg Z.G. The effect of relocation of whole-crop wheat and corn silages on their quality. *J. Dairy Sci.*, 2014, vol. 97, pp. 406–410.
51. Pahlow G., Muck R.E., Driehuis F., Oude Elferink S.J.W.H., Spoelstra S.F. Silage Science and Technology. Agronomy Monograph 42, 2003. Chapter 2. Pages 31–93. In: *Microbiology*. D.R. Buxton, R.E. Muck, J. H. Harrison (eds.). American Society of Agronomy, Madison, WI.
52. Do Rêgo A.C., Mendonça R.C.A., Souza M.S., Santos R.I.R., Domingues M.F.N., Faturi C., Bernardes T.F., da Silva T.C. Effects of relocation and microbial inoculants on microbial population and aerobic stability of corn silage. In: *XVIII International Silage Conference*, July 24–26, 2018, Bonn, Germany, pp. 502–503.
53. Shmidt V., Vetterau G. Proizvodstvo silosa [Silo production]. Transl. from German G.N. Miroshnikenko. Moscow, Kolos Publ., 1975, 352 p.
54. Muck R. Microbiology of ensiling. In: K. Kuoppala, M. Rinne, A. Vanhatalo (eds.). *Proceedings of the XVI International Silage Conference*, Hämeenlinna, Finland, 2012, pp. 75–86.



Памяти ИВАНА МИХАЙЛОВИЧА ШАТСКОГО

Заслуженного работника сельского хозяйства
Российской Федерации,
бывшего директора Воронежской опытной станции
по многолетним травам ФНЦ «ВИК им В.Р. Вильямса»

17 августа 2023 г. в возрасте 77 лет ушел из жизни Заслуженный работник сельского хозяйства Российской Федерации, депутат Воронежской областной думы двух созывов, депутат Павловского районного Совета народных депутатов, бывший директор Воронежской опытной станции по многолетним травам ФНЦ «ВИК им В.Р. Вильямса» Иван Михайлович Шатский.

Иван Михайлович родился 24 июня 1946 г. в Бутурлиновском районе Воронежской области в крестьянской семье. После окончания семилетней школы обучался в Павловском сельскохозяйственном техникуме по специальности техник-механик.

Трудовую деятельность начал в 1965 г. в колхозе «Восход» Хохольского района Воронежской области в должности механика, в этом же году был призван в ряды Советской Армии. Отслужив три года, продолжил трудовую деятельность в должности механика отделения откормсовхоза «Павловский» Павловского района Воронежской области, затем был переведен на должность бригадира животноводческого комплекса, через два года назначен управляющим отделения этого совхоза.

В 1975 г. был избран председателем колхоза им. Дзержинского Павловского района Воронежской области, где отработал более 10 лет.

В 1976 г. без отрыва от производства окончил обучение в Воронежском сельскохозяйственном институте по специальности ученый-зоотехник.

В 1986 г. решением бюро райкома КПСС был назначен председателем Павловского районного агропромышленного объединения, а через год, в 1987 г., избран председателем районного исполнительного комитета Павловского районного Совета народных депутатов, где проработал до 1991 г. С 1991 г. по 1996 г. являлся главой Администрации Павловского района Воронежской области.

С 27 мая 1996 г. по 5 декабря 2018 г. работал директором Воронежской опытной станции по многолетним травам ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса (в настоящее время филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»).

После прихода на работу на станцию И.М. Шатский сразу же включился в научную деятельность. Под руководством ученых ВНИИ кормов он за три года подготовил диссертацию по семеновод-

ству люцерны и успешно ее защитил в 1999 г. Возглавляя станцию более 20 лет, основное внимание он уделял совершенствованию научно-исследовательской работы, участию в ее выполнении и укреплении материально-технической базы станции, являлся соавтором семи сортов, им было опубликовано более 40 научных работ.

И.М. Шатский обладал широким научным кругозором, хорошо владел методикой научно-исследовательской работы, активно участвовал в пропаганде и внедрении достижений науки и передового опыта в производство, выступал с докладами, выезжал в хозяйства для оказания помощи на местах.

В 2007 г. И.М. Шатскому присвоено почетное звание «Заслуженный работник сельского хозяйства Российской Федерации».

Под его руководством коллектив Павловского опытного поля по многолетним травам успешно решал задачу первостепенной научной и народнохозяйственной значимости по выведению новых высокопродуктивных сортов и разработке технологий их возделывания применительно к условиям Центрально-Черноземного региона.

За время работы директором опытной станции по многолетним травам И.М. Шатский много сделал в плане укрепления материально-технической базы и увеличения объема производства сельскохозяйственной продукции: расширена вдвое база очистки и хранения готовой продукции (семян), вдвое увеличено производство семян многолетних трав и семян зерновых, зернобобовых и крупяных культур, общий объем продукции доведен до 1000 тонн, в том числе семян

многолетних трав — до 50 тонн. Все это позволило своевременно обновлять машинно-тракторный парк, решать жилищную проблему в коллективе: всем нуждающимся были улучшены жилищные условия или выделены новые квартиры.

За время работы И.М. Шатского научными сотрудниками станции было создано восемь сортов многолетних трав, которые были внесены в государственный Реестр. Сотрудниками станции изданы две книги по вопросам кормопроизводства: к 100-летию М.И. Ненарокова и монография по вопросам селекции и семеноводства многолетних трав в Центрально-Черноземном регионе Российской Федерации. Издана книга «Верность земле» о людях Воронежской опытной станции. Кроме того, пятеро научных сотрудников успешно защитили диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук.

Членам трудового коллектива были доступны социально-экономические гарантии: своевременно выдавались беспроцентные кредиты, бесплатно проводили медицинский осмотр в Воронежском диагностическом центре, дети проходили оздоровление в летнее время в пионерских лагерях, полностью обеспечивались личные подсобные хозяйства зерном, сеном; выдавали по льготным ценам масло подсолнечное, крупы (гречка, пшено), муку.

И.М. Шатский вел большую общественную деятельность: был депутатом двух созывов Воронежской областной думы, многократно избирался депутатом Павловского районного Совета народных депутатов, исполнял обязанности

председателя местного Павловского отделения партии «Единая Россия».

За многолетний добросовестный и плодотворный труд Иван Михайлович многократно удостоивался наград районного, областного, федерального уровней.

Иван Михайлович был прекрасным семьянином, заботливым отцом и дедушкой, являлся главой семьи, состоящей из одиннадцати человек, включая

троих внуков и троих правнуков.

Светлая память об Иване Михайловиче, прекрасном человеке, видном ученом, добром товарище навсегда сохранится в наших сердцах.

Коллектив Федерального научного центра кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса выражает родным и близким Ивана Михайловича самые искренние соболезнования в связи с его кончиной.

И.о. директора О.А. Разин

И.о. научного руководителя В.М. Косолапов

И.о. директора ВОС по многолетним травам С.В. Сапрыкин

Зав. лабораторией В.Н. Золотарев

Ведущий научный сотрудник А.В. Шевцов

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 агроботехнологий РАН
Шпаков Анатолий Свиридович	доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент РАН, ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»
Косолапова Валентина Геннадьевна	доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры кормления животных ФГБОУ ВО "РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева"
Некрасов Роман Владимирович	доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН, ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста
Дуборезов Василий Мартынович	доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста
Ивашута Сергей Иванович	кандидат биологических наук, научно-производственная компания «Bayer Crop Science» (штат Миссури, США)
Романюк Вацлав	доктор технических наук, профессор, Институт технологии и естественных наук в Фалентах, Польша
Трофимов Илья Александрович	доктор географических наук, ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»
Костенко Сергей Иванович	кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»
Кутузова Анэля Александровна	доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»

Editorial Council

Kosolapov Vladimir Mikhailovich	Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences
Savchenko Ivan Vasilievich	Doctor of Biological Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences
Zhuchenko Jr. Alexander Alexandrovich	Doctor of Biological Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences
Kashevarov Nikolay Ivanovich	Doctor of Agricultural Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences, Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnology RAS
Shpakov Anatoliy Sviridovich	Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology
Kosolapova Valentina Gennadievna	Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Animal Feeding, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "RGAU-MSHA named after K. A. Timiryazev"
Nekrasov Roman Vladimirovich	Doctor of Agricultural Sciences, Professor of RAS, L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry
Duborezov Vasiliy Martynovich	Doctor of Agricultural Sciences, Professor, L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry
Ivashuta Sergei Ivanovich	Candidate of Biological Sciences, scientific and production company "Bayer Crop Science" (Missouri, USA)
Romanyuk Vaclav	Doctor of Technical Sciences, Professor, Institute of Technology and Life Sciences in Falenty, Poland
Trofimov Ilya Alexandrovich	Doctor of Geographical Sciences, Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology
Kostenko Sergei Ivanovich	Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology
Kutuzova Anelya Alexandrovna	Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology

№ 3 (сентябрь) 2023

Гарнитура: Times New Roman

Размер: 3,7 МВ



**Автор фотографий на первой и последней страницах обложки
О. В. Трухан**