МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ АДАПТИВНОЕ КОРМОПРОИЗВОДСТВО

Сборник научных трудов

Выпуск
25(73)

Москва 2021

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР КОРМОПРОИЗВОДСТВА
И АГРОЭКОЛОГИИ ИМЕНИ В. Р. ВИЛЬЯМСА

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ АДАПТИВНОЕ КОРМОПРОИЗВОДСТВО

Сборник научных трудов
Выпуск 25 (73)

Москва 2021

MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION
RUSSIAN FEDERATION

FEDERAL WILLIAMS RESEARCH CENTER
OF FORAGE PRODUCTION & AGROECOLOGY

MULTIFUNCTIONAL ADAPTIVE FODDER PRODUCTION

Collection of scientific papers
Issue 25 (73)

Moscow 2021

УДК 631/633:636
ББК 42.2
М735

Многофункциональное адаптивное кормопроизводство. Выпуск 25 (73) / ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». — М. : ФГБОУ ДПО РАКО АПК, 2021. — 176 с.

Редакционная коллегия:
доктор сельскохозяйственных наук В. И. Чернявских (главный редактор),
академик РАН В. М. Косолапов,
член-корреспондент РАН А. С. Шпаков,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор А. А. Кутузова,
доктор сельскохозяйственных наук Ю. А. Победнов,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент С. И. Костенко,
Н. И. Георгиади, Г. Н. Свечникова

В сборник вошли статьи по селекции и семеноводству бобовых и злаковых кормовых культур: люцерны изменчивой и хмелевидной, эспарцета песчаного, вики озимой, люпина узколистного, лядвенца рогатого, овсяницы луговой, полевиц гигантской, тонкой и побегообразующей. Представлены разработанные в ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» научные и практические основы рапсосеяния, позволяющие обеспечить потребности масложировой промышленности и животноводства Центральной России в маслосеменах рапса. Большое внимание уделено созданию и использованию сенокосов и пастбищ. Приведены основные этапы развития силосования в мировой и отечественной сельскохозяйственной практике. Приведены результаты опытов по определению оптимальной нормы ввода в комбикорма семян яровой сурепицы при выращивании цыплят-бройлеров.

Издание адресовано научным работникам, аспирантам, студентам и специалистам сельского хозяйства.

ISBN 978-5-93098-096-7

DOI: https://doi.org/10.33814/MAK-2021-25-73

© Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный научный центр кормопроизводства
и агроэкологии имени В. Р. Вильямса», 2021

UDC 631/633:636
LBC 42.2
M735

Multifunctional adaptive fodder production. Issue 25 (73) / Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology. Moscow, FSBOU DPO RAKO APK, 2021. 176 p.

Editorial board:

Doctor of Agricultural Sciences V. I. Cherniavskih (Editor-in-Chief),
Academician of RAS V. M. Kosolapov,
Corresponding Member of RAS A. S. Shpakov,
Doctor of Agricultural Sciences, Professor A. A. Kutuzova,
Doctor of Agricultural Sciences Yu. A. Pobednov,
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor S. I. Kostenko,
N. I. Georgiadi, G. N. Svechnikova

The collection includes articles on the selection and seed production of legumes and cereal forage crops: alfalfa changeable and hop-like, sandy sainfoin, winter vetch, narrow-leaved lupine, birdsfoot deer vetch, meadow fescue, giant bentgrass, colonial bentgrass, metropolitan bentgrass. Presented are those developed at the Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology scientific and practical foundations of rapeseed, which make it possible to meet the needs of the oil and fat industry and animal husbandry of Central Russia in oilseeds of rape. Much attention is paid to the creation and use of hayfields and pastures. The main stages of the development of ensiling in the world and domestic agricultural practice are presented. The results of experiments to determine the optimal rate of introduction of spring rape seeds into compound feed when growing broiler chickens are presented.

The publication is addressed to scientists, graduate students, students and agricultural specialists.

ISBN 978-5-93098-096-7

DOI: https://doi.org/10.33814/MAK-2021-25-73

© Federal Williams Research Center
of Forage Production & Agroecology, 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

Степанова Г. В., Воршева А. В. Формирование бикарпических популяций люцерны хмелевидной.....9

Степанова Г. В. Буферная емкость сухого вещества люцерны.....21

Соложенцева Л. Ф. Грибные болезни люцерны в Нечерноземной зоне России и устойчивость растений к ним 31

Сапрыкин С. В., Золотарев В. Н., Лабинская Р. М., Чекмарева А. В. Оценка селекционных образцов эспарцета песчаного на продуктивность в условиях степной зоны Центрально-Черноземного региона.....36

Тюрин Ю. С., Костенко С. И. Л3 — новый перспективный образец вики озимой для Уральского и Центрально-Черноземного регионов России.....41

Агеева П. А. Новый сорт узколистного люпина Белорозовый 144.....45

Золотарев В. Н. Эффективность применения удобрений на семенных травостоях лядвенца рогатого 50

Малюженец Н. С., Козлов Н. Н., Малюженец Е. Е., Козлова Т. В. Оценка кормовых достоинств коллекционных образцов полевицы.....59

Костенко С. И., Малюженец Е. Е., Костенко Н. Ю., Пампура Е. К., Терехова Н. С. Гибрид овсяницы луговой ВИК-5-34 для выращивания на высоких агрофонах на лугах и пастбищах в европейской части России.....67

Воловик В. Т., Шпаков А. С. Капустные культуры в решении проблемы кормового белка в Нечерноземной зоне 71

Жезмер Н. В. Экономическая эффективность создания и долголетнего использования разнопоспевающих злаковых травостоев для заготовки сена 81

Жезмер Н. В. Экономическая эффективность долголетнего много-укосного использования разнопоспевающих злаковых травостоев для заготовки сенажа.....87

Тебердиев Д. М., Родионова А. В., Щанникова М. А., Запивалов С. А. Агроэнергетическая эффективность технологий создания и использования долголетнего сенокоса.....94

Привалова К. Н., Каримов Р. Р. Энергетический потенциал фестулолиумовых травостоев при краткосрочном и долголетнем использовании 101

Привалова К. Н., Каримов Р. Р. Ботанический состав и качество корма при использовании пастбищных травостоев с участием фестулолиума 106

Тихонов А. В. Сорная флора в современной агротехнической литературе 113

Победнов Ю.А. Исторический обзор развития силосования 119

Отрошко С. А., Марчук А., Шевцов А. В., Шариков Н. Д., Бакулин А. А. Внесение консервантов в силосуемые корма воздухом 144

Косолапов В. М., Зверкова З. Н., Ишмуратов Х. Г., Осипян Б. А., Коровина Л. М. Семена яровой сурепицы в рационах цыплят-бройлеров 153

Попов В. В. Вариабельный мир нутрициониста Н. П. Волкова 158

Сведения об авторах 170

CONTENTS

Stepanova G. V., Vorsheva A. V. Formation of bicarpic populations of black medic 9

Stepanova G. V. Buffer capacity of alfalfa dry matter 21

Solozhentseva L. F. Fungal diseases of alfalfa in the non-chernozem zone of Russia and plant resistance to them 31

Saprykin S. V., Zolotarev V. N., Labinskaya R. M., Chekmareva A. V. Evaluation of selection samples of sainfoin sandi on productivity in the conditions of steppe zone of the Central Chernozem region 36

Tyurin Yu. S., Kostenko S. I. L3 — a new innovative variety winter vetch for the Ural and Central Chernozem regions of Russia 41

Ageeva P. A. New narrow-leafed lupin variety Belorozovy 144 45

Zolotarev V. N. Efficiency of fertilizer application on seed stands of birdsfoot trefoil 50

Malyuzhenets N. S., Kozlov N. N., Malyuzhenets E. E., Kozlova T. V. Variability of fodder value of collection samples bentgrass 59

Kostenko S. I., Malyuzhenets E. E., Kostenko N. Yu., Pampura E. K., Terekhova N. S. Hybrid of meadow fescue "VIK-5-34" for growing on high agrophones on meadows and pastures in the European part of Russia 67

Volovik V. T., Shpakov A. S. Cabbage crops in solving the problem feed protein in the Non-Chernozem zone 71

Zhezmer N. V. Economic efficiency of creation and long-term use of different-ripening grass stands for hay harvesting 81

Zhezmer N. V. Economic efficiency of long-term multi-mowing use of different-ripening grass stands for haylage harvesting 87

Teberdiev D. M., Rodionova A. V., Shchannikova M. A., Zapivalov S. A. Agroenergy efficiency of technologies for creating and using of long-year haymaking 94

Privalova K. N., Karimov R. R. Energy potential festulolium herbage with short-term and long-term use 101

Privalova K. N., Karimov R. R. Botanical composition and quality of feed when using grazing herbs with festulolium 106

Tikhonov A. V. Weed flora in modern agrotechnical literature 113

Pobednov Yu. A. Historical overview of the development of ensilage 119

Otroshko S. A., Marczuk A., Shevtsov A. V., Sharikov N. D., Bakulin A. A. Introduction preservatives in silage feed with air 144

Kosolapov V. M., Zverkova Z. N., Ishmuratov Kh. G., Osipyan B. A., Korovina L. M. Seeds of spring brassica campestris in the diets of chickens-broilers.....153

Popov V. V. Variable world of the nutritionist N. P. Volkov.....158

Information about authors.....170

УДК 633.318:631.524.825

ФОРМИРОВАНИЕ БИКАРПИЧЕСКИХ ПОПУЛЯЦИЙ ЛЮЦЕРНЫ ХМЕЛЕВИДНОЙ

Г. В. Степанова, кандидат сельскохозяйственных наук
А. В. Воршева

ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса», г. Лобня Московской области, Россия,
gvstep@yandex.ru

DOI: https://doi.org/10.33814/MAK-2021-25-73-9-20

По типу онтогенеза изучены 15 популяций люцерны хмелевидной (Medicago lupulina L.) различного эколого-географического происхождения. Установлено, что одна популяция представлена полностью монокарпическими формами растений, семь популяций имеют 20–60 % монокарпиков. Дикорастущая люцерна из Московской области и мутантные формы, созданные на ее основе, состоят на 100 % из бикарпических растений. В качестве исходного материала для селекции люцерны хмелевидной ценность представляют бикарпические растения сортов Джорджия, Нордол, Рината, селекционного номера ЛХ19-3, средняя продуктивность сухого вещества которых составила 40,8–48,0 г/растение. В качестве источников высокой семенной продуктивности (10,0 и 10,3 г/растение) можно использовать бикарпические растения селекционного номера ВИК 256 и сорта Джорджия, а высокой облиственности (52,4 и 55,3 %) — селекционные номера ДС-1 и ВИК 61/94.
Ключевые слова: *люцерна хмелевидная, онтогенез, монокарпики, бикарпики, продуктивность, облиственность.*

В книге «Кормовые растения европейской части СССР» (1981) написано, что дикорастущая люцерна хмелевидная (*Medicago lupulina* L.) широко распространена в разных природно-климатических зонах, представлена мезофитными и ксерофитными экотипами, однолетними и двухлетними и многолетними жизненными формами. Произрастает преимущественно на легких почвах с pH 5,5–7,5. Поедается всеми видами животных. В фазу цветения в сухом веществе люцерны содержится 23,2–25,0 % сырого протеина, 3,2–3,5 % жира, 21,7–22,9 % клетчатки. Люцерна хмелевидная отличается наиболее высокой семенной продуктивностью среди всех видов бобовых трав: около 30 % массы сухого вещества растения составляют семена. Она облигатный самоопылитель [1].

Исследования, проведенные в Новгородском университете имени Ярослава Мудрого, позволили сделать следующее заключение: «… люцерна хмелевидная (*Medicago lupulina* L.) отличается высокой экологической пластичностью, кормовой ценностью надземной массы, хорошей поедаемостью животными, интенсивностью отрастания после стравли-

вания и скашивания. Данный вид отличается зимо- и холодостойкостью, хорошо переносит обилие осадков летом и в то же время является засухоустойчивой культурой. Небольшая долговечность хмелевидной люцерны на постоянных пастбищах компенсируется высоким потенциалом самовосстановления» [2].

Естественно, что появляется желание ввести в культуру растение с такой характеристикой, и такие попытки предпринимались неоднократно. В странах Балтийского бассейна созданы сорта Нордол (Дания), Рината (Польша), Редус Вередуна и Вирга Пайберг (Германия). В России в ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» создан сорт Мира, который, также как и вышеперечисленные европейские сорта, рекомендуется для использования на сенокосах и пастбищах, а сохранность травостоя люцерны хмелевидной в течение длительного времени обеспечивается за счет возобновления самосевом.

В США создан сорт люцерны хмелевидной Джорджия для использования в качестве сидерата в пшеничных севооборотах Великих Равнин (Great Plains) [3].

Исследования, проведенные в Новгородской области, позволили сделать следующее заключение: «Анализируя полученные данные, мы показали пределы фиксации азота из атмосферы бобовыми растениями. Люцерна посевная не является чемпионом по способности азотофиксации, хотя, конечно, входит в число 10 лидеров. Люцерна хмелевидная по отношению к почвенной микрофлоре считается самой пластичной культурой и является одной из первых на рекультивируемых почвах» [4]. В этом исследовании установлено, что в фазу цветения общее накопление азота люцерной хмелевидной достигало 480 кг/га, в почве оставалось 172 кг/га, соответствующие показатели люцерны посевной: 329 и 118 кг/га. Среди испытанных бобовых трав только козлятник восточный превосходил люцерну хмелевидную. Общее накопление азота в сухом веществе козлятника восточного достигало 550 кг/га, в почве оставалось 196 кг/га [4].

По данным ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» в Московской области в условиях достаточного увлажнения в среднем за пять лет сбор сена дикорастущих экотипов люцерны хмелевидной из Московской, Ленинградской областей и Белоруссии за два укоса составил 2,3–4,4 т/га. В условиях дефицита влаги получали один укос за сезон. В среднем за три года собрали 0,3–0,5 т/га сена. Сорта из Европы Рината, Нордол, Вирга Пайберг и Редус Вередуна при ранневесеннем посеве в первый год жизни обеспечивали сбор сена 4,9–5,8 т/га с содержанием протеина 22,6–24,0 %, семена в год посева не созревали. Зимой все растения погибали [5; 6].

В опытах, проведенных на Центральной экспериментальной базе ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса», растения люцерны хмелевидной вышеназванных сортов, а также сорта Мира, созданного в ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса», относятся к двулетникам и многолетникам озимого типа развития. При посеве в середине августа, в год посева формируется розетка укороченных побегов, зимует 70–85 % растений, весеннее возобновление травостоя начинается рано, сразу после перехода среднесуточной температуры воздуха через +5 ºС. Семена созревают в начале июля, урожайность колебалась от 400 до 1330 кг/га. При укосном использовании за два–три укоса получали 6,14–7,85 т/га сена. Во вторую зиму растения люцерны погибали [5; 7].

Интересные результаты по продолжительности жизни озимых форм люцерны хмелевидной сортов Мира, Нордол и Вирга Пайберг были получены во ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса в 2010–2012 гг. Люцерна была посеяна в августе 2010 г., появившиеся растения успешно перезимовали в фазе розетки. В начале апреля 2011 г. они начали отрастать после периода зимнего покоя, а в конце апреля, из-за дефицита влаги, рост приостановился. В марте и апреле 2011 г. не было осадков. В мае–августе выпало 163 мм осадков при сумме среднесуточных температур воздуха 2518 ºС, среднемноголетние показатели этого периода составляют 323 мм и 2001 ºС. В результате жаркой и сухой погоды вегетационного периода 2011 г. растения люцерны хмелевидной до осени оставались в фазе розетки, удлиненные генеративные побеги не формировались. В фазе розетки люцерна вошла во вторую зиму и благополучно перезимовала. Весной 2012 г. сохранность растений сорта Мира составила 87 %, сортов Нордол и Вирга Пайберг — 54 и 68 % [8].

По-видимому, объясняется это тем, что растения люцерны хмелевидной на второй год жизни не сформировали генеративных побегов, не цвели и не образовали семена, то есть не закончили свой жизненный цикл и благополучно пережили вторую зиму.

В экстремальных природно-климатических условиях успешное выживание люцерны хмелевидной обеспечивается ее коротким жизненным циклом. Она представлена однолетними монокарпическими генотипами, развивающимися по яровому типу. Сразу после схода снега начинается дружное прорастание семян. Растения люцерны хмелевидной эффективно используют влагу растаявшего снега, быстро формируют генеративные побеги, зацветают, образуют большое количество семян, которые осыпаются и прорастают следующей весной.

В крайне засушливых условиях Кулундинской степи люцерна хмелевидная является одним из лучших пастбищных растений. В течение вегетационного сезона семена люцерны хмелевидной успевают прорасти весной, сформировать травостой, пригодный для пастбищного

использования, пройти весь цикл развития до образования зрелых семян, которые прорастут следующей весной [9; 10].

По такому же типу произрастает люцерна хмелевидная в естественных фитоценозах овражно-балочных комплексов с меловыми обнажениями Среднерусской возвышенности [11].

В Центральном и Северо-Западном регионах Нечерноземной зоны в условиях достаточного увлажнения выращиваются популяции люцерны хмелевидной озимого типа с двухлетним циклом развития. Опыты, проведенные в Московской и Ленинградской областях, показали, что повысить устойчивость люцерны хмелевидной к условиям перезимовки можно предпосевной инокуляцией семян препаратами клубеньковых бактерий и микоризных грибов [12–15].

Н. С. Ступакова и Т. А. Цуцупа (2012) обобщили значительное количество работ, связанных с изучением биологии люцерны хмелевидной и пришли к заключению, что у люцерны хмелевидной возможны три типа онтогенеза: однолетний монокарпик, двулетний монокарпик и двулетний бикарпик. Наличие переживших вторую зиму растений люцерны хмелевидной они объясняют тем, что эти растения сформировались из прижатых к почве побегов, в узлах которых с осени сформировались придаточные корни, а весной из этих узлов развились новые розетки [16].

Исходя из вышесказанного, перед селекционерами встает заманчивая задача создать сорт люцерны хмелевидной, обладающий высокой урожайностью сухого вещества, семян и продуктивным долголетием. Первым шагом на пути формирования продуктивного долголетия встает задача создания поликарпических форм люцерны хмелевидной.

Целью исследований было изучить популяции люцерны хмелевидной на наличие в них би- и поликарпических форм и оценить их по основным хозяйственно ценным признакам.

Материал и методика проведения исследований. Исследования проводили в 2019–2020 гг. в селекционно-тепличном комплексе (СТК) ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». 16 марта 2019 г. в вегетационные сосуды емкостью 6 кг почвы высеяли 15 образцов люцерны хмелевидной различного происхождения. Каждый образец был представлен 10 сосудами, в которые первоначально разместили по 10–12 семян, а после появления всходов и достижения молодыми растениями фазы четырех настоящих листьев, в сосуде оставили по пять растений. Каждая популяция была представлена 50 растениями.

В качестве стандарта взяли сорт Мира, созданный во ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса методом мутагенеза на основе местного дикорастущего образца люцерны хмелевидной, названного ВИК 50/94.

Так же как и сорт Мира, с использованием химического мутагенеза, были созданы селекционные номера ВИК 26, ВИК 256 и ЛХ19-3.

Популяция ДС-1 сформировалась спонтанно из сорта Мира и селекционных номеров ВИК 8 и ВИК 40 на участке с избыточным увлажнением.

Номер ВИК 8 создан с использованием позитивного массового отбора зимостойких, высокопродуктивных форм при сенокосном режиме использования из дикорастущего образца Ленинградской обл. (коллекция Медведева П. Ф.).

Селекционный номер ВИК 40 создан отбором растений из дикорастущих образцов (20265, 1475, 1472, 1473) мезофитного экотипа Ленинградской обл., Литвы (31076), Польши (189836), устойчивых к склеротиниозу в условиях эпифитотии.

Номер ВИК 32/95 — дикорастущий образец из Киргизии (25376).

Номер ВИК 32/03 — мутантная форма, созданная на основе ВИК 32/95. Отличается повышенной микотрофностью.

Номер ВИК 51/04 получен массовым позитивным отбором растений, сохранившихся после перезимовки при летнем посеве сорта Нордол (43251) и дикорастущего образца из Польши (189836).

Номер ВИК 61/94 получен отбором на селективном фоне с повышенной кислотностью (pH 4,2) из немецких сортов Вирга Пайберг и Редус Вередуна.

Сорт Джорджия (18539) создан в США для возделывания в качестве сидератной культуры в пшеничных севооборотах.

Сорт Нордол (43251) создан в Дании.

Сорт Рината создан в Польше для сенокосно-пастбищного использования.

В год посева отмечали прохождение фаз развития. Растения вырастили до созревания семян и срезали. На второй год отметили начало отрастания весной, прохождение фенологических фаз, убрали семена, определили среднюю продуктивность растений каждой популяции. Все сосуды оставили для проведения наблюдений за дальнейшим развитием сохранившихся растений люцерны хмелевидной.

Результаты исследований. Всходы появились 20–21 марта 2019 г. на четвертый–пятый день после посева, растения развивались и росли быстро и 5–13 мая (через 45–53 дня) начали формироваться генеративные побеги. Сравнительно быстрым развитием отличались мутантные формы ЛХ19-3 и ВИК 32/03. Формирование генеративных побегов началось 5 мая 2019 г., через 45 дней после появления всходов. Через 48–49 дней после появления всходов начали формировать генеративные побеги мутантная форма ВИК 32/03, дикорастущий образец ВИК 50/94 и популяция ВИК 61/94, сформированная из кислотоустой-

чивых генотипов немецких сортов Вирга Пайберг и Редус Вередуна (табл. 1).

1. Динамика развития образцов люцерны хмелевидной по годам жизни. СТК, посев 16.03.2019 г.

Образец	2019 г.			2020 г.			
	Мощность, балл	Дата				Сохранность растений, %	
		формирования генеративных побегов	начала цветения	начала отрастания	начала цветения	февраль	апрель
1. Мира	4,6	12.05	29.05	15.03	29.04	100	87
2. ВИК 50/94	3,9	9.05	2.06	9.04	1.05	100	100
3. ВИК 26	4,4	13.05	29.05	22.03	28.04	100	100
4. ВИК 256	4,1	13.05	6.06	20.03	26.04	100	100
5. ЛХ19-3	4,8	5.05	26.05	13.03	24.04	100	100
6. ВИК 51/04	4,6	13.05	4.06	23.03	19.04	100	60
7. ДС-1	4,5	13.05	3.06	12.04	14.05	100	100
8. Джорджия	4,8	12.05	9.06	9.04	2.05	100	79
9. Нордол	4,3	13.05	6.06	8.04	3.05	92	54
10. Рината	4,7	11.05	10.06	8.03	18.04	100	100
11. ВИК 8	4,6	12.05	5.06	26.03	1.05	100	85
12. ВИК 40	4,6	13.05	12.06	28.03	30.04	85	69
13. ВИК 32/95	4,2	8.05	24.05	1.04	30.04	100	80
14. ВИК 32/03	4,8	5.05	27.05	—	—	0	0
15. ВИК 61/94	4,7	9.05	24.05	17.03	27.04	100	100

Примечание: мощность — отмечена 10.05.2019 — фаза формирования генеративных побегов.

Сравнительно медленным развитием обладали сорт Нордол и селекционные номера ВИК 40, ДС-1, ВИК 51/04, сформированные из дикорастущих образцов и сортов зоны Балтийского бассейна, а также селекционные номера ВИК 26 и ВИК 256, полученные на основе дикорастущего образца ВИК 50/94 с использованием химического мутагенеза. Формирование генеративных побегов у вышеназванных номеров началось на 53-й день после появления всходов. В год посева наиболее мощными в фазу начала формирования генеративных побегов были быстро развивающиеся сорт Рината и номера ВИК 61/94, ВИК 32/03, ЛХ19-3, средняя мощность растений этих номеров достигала 4,7–4,8 балла. Сравнительно низкая мощность (4,1–4,3 балла) отмечена у дикорастущих образцов ВИК 50/94, ВИК 32/95, мутантной формы ВИК 256, созданной на основе дикорастущего образца ВИК 50/94 и сорта Нордол (табл. 1).

Растения люцерны хмелевидной, которые первыми начали формировать генеративные побеги, и зацвели первыми. Это были номера ВИК 32/95, ВИК 32/03, ВИК 61/94 и ЛХ19-3. Фазы цветения они достигли через 64–67 дней после появления всходов. На 79–82 день после появления всходов зацвели растения сортов Джорджия, Рината и ВИК 40 (табл. 1).

В конце июня – начале июля на всех растениях созрели семена. Растения были срезаны, семена обмолочены. Через 4–5 дней после отчуждения травостоя все растения начали отрастать, а через 15–20 дней на некоторых растениях появились единичные генеративные побеги. В начале ноября 2019 г. все растения вступили в период зимнего покоя. Гибели растений люцерны хмелевидной не отмечено.

Раннее (8–15 марта) возобновление роста растений люцерны хмелевидной отмечено у сортов Рината, Мира, селекционного номера ЛХ19-3. Последними (8–12 апреля) начали отрастать растения сортов Джорджия, Нордол, селекционного номера ДС, дикорастущего образца ВИК 50/94. Наиболее скороспелыми оказались сорт Рината и селекционный номер ВИК 51/04: начало бутонизации у растений этих образцов отмечено 5 и 13 апреля, начало цветения — 18 и 19 апреля, а семена созрели 20 мая 2020 г. (табл. 1).

Зимовали растения люцерны хмелевидной в фазе розетки с короткими побегами (2–5 см). В середине февраля 2020 г. отметили усыхание отдельных растений сорта Нордол (8 %), селекционного номера ВИК 40 (15 %) и всех растений селекционного номера ВИК 32/03. В начале апреля, когда полностью сформировались генеративные побеги, гибель растений сортов Мира, Джорджия, селекционных номеров ВИК 8, ВИК 40, ВИК 32/95, ВИК 51/04 и сорта Нордол достигла 13–46 % (табл. 1).

Следовательно, в популяциях вышеназванных образцов, было от 13 до 46 % растений, развивающихся по типу монокарпиков, а популяция ВИК 32/03 полностью состояла из монокорпиков. Сохранившиеся 54–87 % растений вышеназванных образцов, а также в целом популяции дикорастущего образца ВИК 50/94, селекционных номеров ВИК 26, ВИК 256, ЛХ19-3, ДС-1, ВИК 61/94 и сорта Рината представлены бикарпическими растениями.

На второй год жизни все сохранившиеся растения люцерны хмелевидной выращивали для получения семян. Уборку семян провели в период от 9 июля до 17 августа 2020 г. Растения были срезаны, измерена длина стеблей, высушены, обмолочены и определены средняя масса сухого вещества, семян, облиственность среднего растения люцерны хмелевидной по каждому образцу.

В фазу полного созревания семян средняя длина генеративных стеблей люцерны хмелевидной составляла 79 см с колебаниями от 59 до 95 см по разным образцам. Средняя длина генеративных побегов растений люцерны сорта Нордол и селекционных номеров ВИК 26, ЛХ19-3, ВИК 51/04 существенно, на 7–16 см, превышала среднюю длину всех исследуемых образцов и на 10–19 см ($НСР_{05}$ = 5 см) длину стеблей сорта-стандарта Мира (табл. 2).

2. Продуктивность образцов люцерны хмелевидной второго года жизни. СТК, посев 16.03.2019 г.

Образец	Дата учета	Длина стеблей, см	Сухое вещество, г/растение	Облиственность, %	Масса семян, г/растение	Удельное содержание семян, %
1. Мира	**17.08**	**76**	**27,0**	**43,3**	**5,2**	**19,4**
2. ВИК 50/94	22.07	71	21,6	42,9	7,4	34,3
3. ВИК 26	17.08	87	36,2	40,7	8,9	24,6
4. ВИК 256	22.07	79	34,3	44,8	10,0	29,2
5. ЛХ19-3	9.07	88	47,4	42,4	8,8	18,6
6. ВИК 51/04	22.07	95	37,5	42,6	6,0	16,0
7. ДС-1	17.08	73	20,2	52,4	3,3	16,3
8. Джорджия	14.07	77	40,8	50,4	10,3	25,2
9. Нордол	12.08	86	43,2	47,7	6,0	13,9
10. Рината	17.08	82	48,0	48,8	9,0	18,8
11. ВИК 8	15.08	83	39,7	43,7	8,9	22,3
12. ВИК 40	17.08	70	23,7	49,2	4,7	19,8
13. ВИК 32/95	22.07	75	28,6	47,3	4,8	16,8
14. ВИК 61/94	17.08	59	24,8	55,3	3,5	14,1
Среднее		**79**	**33,8**	**46,5**	**6,9**	**20,7**
Вариабельность, V, %		11,6	28,0	9,3	34,9	28,5
$НСР_{05}$		5	4,8	3,3	2,5	3,8

Средняя продуктивность сухого вещества всех испытанных номеров составила 33,8 г/растение, сорта Мира — 27,0 г/растение. Наиболее продуктивными были селекционные номера ВИК 8, ЛХ19-3 и сорта Джорджия, Нордол, Рината. Средняя масса сухого вещества достигала 39,7–48,0 г/растение, что существенно (на 9,9–14,2 г/растение) выше среднего показателя по всем образцам и на 12,7–21,0 г/растение выше сорта-стандарта Мира. $НСР_{05}$ = 4,8 г/растение (табл. 2).

Облиственность растений хмелевидной люцерны в фазу созревших бобов была очень высокой — в среднем по всем образцам 46,5 % с колебаниями по отдельным номерам от 40,7 до 55,3 %. Лучшими были сорт Джорджия, селекционные номера ДС-1, ВИК 61/94. Облиствен-

ность этих номеров достигала 50,4–55,3 %, что существенно, на 3,9–9,8 % ($НСР_{05}$ = 3,3 %), выше среднего значения по всей выборке испытываемых номеров. Сравнительно высоким уровнем облиственности обладали сорта Нордол, Рината, селекционные номера ВИК 32/95 и ВИК 40 (47,3–49,2 %). Они существенно превосходили сорт-стандарт Мира (43,3 %) по этому показателю (табл. 2).

Если листья у люцерны хмелевидной прочно прикреплены к стеблю и осыпаются, в основном, при поражении филлосферными болезнями, то поспевшие бобы осыпаются очень легко. Облиственность, определенная при анализе структурного состава, близка к реальной. Количество семян сильно занижено, так как при созревании бобы осыпаются, даже небольшое запаздывание с уборкой ведет к значительным потерям семян. В данном исследовании потери бобов (семян) были значительными, особенно по номерам, уборка которых проводилась в августе, с запаздыванием больше месяца. Тем не менее, следует отметить сравнительно высокую семенную продуктивность селекционных номеров ЛХ19-3, ВИК 26, ВИК 8 (8,8–8,9 г/растение семян) и, особенно, ВИК 256 и сорта Рината (10,0 и 10,3 г/растение). Они существенно (на 3,5–5,1 г/растение) превосходили сорт Мира (5,2 г/растение) по семенной продуктивности ($НСР_{05}$ = 2,5 г).

По данным П. Ф. Медведева и А. И. Сметанниковой (1981), люцерна хмелевидная является бобовой травой с наиболее высокой семенной продуктивностью, они пишут, что около одной трети массы сухого вещества растения составляют семена. В нашем опыте на долю семян приходилось 14,1–34,3 % сухого вещества растения. Среднее значение — 20,7 %. У сорта Джорджия и номеров ВИК 8, ВИК 26, ВИК 256 и дикорастущего образца ВИК 50/94 доля семян достигала 25,2–34,3 % (табл. 2).

Наиболее высокая степень вариабельности отмечена по показателю массы семян на растение (коэффициент вариации V = 34,9 %), которая колебалась от 3,3 до 10,3 г/растение. Как было отмечено выше, по-видимому, этот показатель в основном зависел от осыпания бобов. Следующим по степени изменчивости была продуктивность сухого вещества растения, V = 28,0 %, она колебалась от 20,2 до 48,0 г/растение. На этот показатель также повлияло осыпание семян. Третьим и четвертым показателями по степени вариабельности (V = 11,6 и 9,3 %) оказались длина генеративных стеблей (59–95 см) и облиственность (40,7–55,3 %) (табл. 2). Несомненно, длина стеблей определялась генетическими особенностями испытываемых образцов люцерны, так как в процессе уборки они не обламывались. То же можно сказать и об облиственности: у люцерны хмелевидной листья прочно прикреплены к стеблям и не осыпаются при незначительном механическом воздействии.

Длина генеративных побегов в фазу полного созревания семян люцерны хмелевидной — легко наблюдаемый и измеряемый стабильный признак, по которому можно судить о некоторых хозяйственно ценных свойствах. Например, о продуктивности сухого вещества растения. В нашем исследовании выявлена высоко существенная ($t_r = 3,6 > t_{01} = 3,01$) прямая корреляционная зависимость продуктивности сухого вещества растений от длины генеративных побегов. Коэффициент корреляции r = 0,72, коэффициент регрессии $b_{yx} = 0,75$, а вся зависимость описывается уравнением Y = 0,75X – 25,0, то есть изменение длины в среднем на 0,75 см ведет к изменению массы растения в среднем на 1 г (табл. 3).

3. Корреляционная связь длины генеративных побегов (X) с основными хозяйственными признаками (Y) люцерны хмелевидной в фазу полного созревания семян, СТК 2020 г.

Показатель	Среднее		r	b_{yx}	t_r
	X	Y			
Сухое вещество, г/растение	79	33,8	0,72	0,75	3,6
	Y = 0,75X – 25,0				
Семена, г/растение	79	6,9	0,49	0,13	1,92
Облиственность, %	79	46,5	–0,68	–0,32	–3,24
	Y = –0,32X + 71,9				

Примечание: теоретический критерий значимости $t_{05} = 2,16$; $t_{01} = 3,01$.

Как и следовало ожидать, не выявлено статистически значимой зависимости между длиной генеративных побегов и сбором семян с растения (r = 0,49, $t_r = 1,92$), так как в данном опыте семенная продуктивность в основном зависела от осыпания бобов (сроков уборки).

Выявлена обратная высоко существенная корреляционная зависимость между длиной генеративных побегов и облиственностью. Коэффициент корреляции r = –0,68, $t_r = 3,24$. Это связано, по-видимому, с тем, что чем длиннее стебель, тем длиннее междоузлия. Эта зависимость описывается уравнением Y = –0,32X + 71,9, что указывает на то, что увеличение длины стебля в среднем на 0,32 см ведет к снижению облиственность на 1 %.

Заключение. Для создания сортов люцерны хмелевидной, обладающих продуктивным долголетием, необходим исходный материал би- и поликарпического типа развития. В условиях СТК проведен негативный отбор монокарпических генотипов из 15 популяций люцерны хмелевидной. Установлено, что популяция селекционного номера ВИК 32/04 полностью состояла из монокарпических растений. Из популяций селекционных номеров ВИК 8, ВИК 32/95, ВИК 40 и ВИК 51/95 было удалено 15–40 % монокарпических растений, а из популяций сор-

тов Мира, Джорджия и Нордол — 13–46 % монокарпиков. Остальные испытанные образцы представлены только бикарпиками и, возможно, поликарпиками. Наиболее продуктивными были бикарпические растения из популяций сортов Нордол, Джорджия, Рината, селекционного номера ЛХ19-3. Средняя масса сухого вещества растений составила 40,8–48,0 г/растение. Высокой семенной продуктивностью (10,0 и 10,3 г/растение) отличались бикарпические растения селекционного номера ВИК 256 и сорта Джорджия, а высокой облиственностью (52,4 и 55,3 %) — селекционные номера ДС-1 и ВИК 61/94.

Литература

1. Медведев П. Ф. Сметанникова А. И. Кормовые растения европейской части СССР. – М. : Колос, 1981. – 330 с.
2. Пинахина Ю. А., Дзюбенко Н. И., Абдушаева Я. М. Особенности роста и развития различных внутривидовых форм люцерны хмелевидной в условиях Северо-Запада РФ // Фундаментальные исследования. – 2005. – № 9. – С. 43–45.
3. Goldstein W., Gardner J. Green fallow systems in the Great Plains // Repot of the Thirty-fourth North American alfalfa improvement conference. – University of Guelph, Ontario, Canada. – 1994. – P. 9.
4. Абдушаева Я. М., Николаева Т. А., Карбивская У. М. Особенности формирования симбиотического аппарата многолетних бобовых трав в условиях Новгородской области // Сборник статей II Междунар. науч.-практ. конф.: Наука, бизнес, власть — триада регионального развития. – СПб : Нацразвитие, 2017.– С. 8–12.
5. Основные виды и сорта кормовых культур / В. М. Косолапов, З. Ш. Шамсутдинов [и др.]. – М. : Наука, 2015. – 545 с.
6. Степанова Г. В. Хозяйственная ценность дикорастущих образцов люцерны хмелевидной // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2009. – Т. 166. – С. 249–255.
7. Степанова Г. В. Хозяйственное значение люцерны хмелевидной (*Medicago lupulina* L.) // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования : Материалы X Международного симпозиума. Пущино, 17–21 июня 2013 г. – Пущино, 2013. – С. 131–134.
8. Продуктивность яровой и озимой пшеницы при использовании гриба арбускулярной микоризы *Glomus intraradices* в условиях дефицита влаги / А. П. Юрков [и др.] // Кормопроизводство. – 2012. – № 11. – С. 18–20.
9. Корниевская Т. В., Силантьева М. М. Рекультивация деградированных пастбищных угодий в условиях сухой степи // Труды по прикладной ботанике, генетики и селекции. – 2017. – Т. 178. – В. 3. – С. 5–12.
10. Новые перспективные виды и сорта кормовых трав для реставрации пастбищ сухостепной зоны Кулунды / М. М. Силантьева [и др.] // Вестник Алтайской науки. – 2015. – № 1. – С. 50–54.
11. Экологические особенности многолетних бобовых трав в естественных фитоценозах юга Среднерусской возвышенности / Е. В. Думачева, В. И. Чернявских, Ж. А. Бородаева, Е. Н. Беспалова // Совмещенные посевы полевых культур в севообороте агроландшафта : Междунар. науч. экологическая конф. / Под ред.

И. С. Белюченко. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 347–350.
12. Развитие арбускулярной микоризы у сильно микотрофного растения-хозяина — люцерны хмелевидной (*Medicago lupulina* L.) / А. П. Юрков, Л. М. Якоби, Н. Е. Гапеева, Г. В. Степанова, М. Ф. Шишова // Онтогенез. – 2015. – Т. 46. – № 5. – С. 313–326.
13. Содержание ауксина у люцерны хмелевидной *(Medicago lupulina* L.) при инокуляции грибом *Rhizophagus irregularis* на фоне низкой обеспеченности доступным фосфором / А. П. Юрков, С. В. Веселова, Л. М. Якоби, Г. В. Степанова, Г. Р. Кудоярова, М. Ф. Шишова // Сельскохозяйственная биология. – 2017. – Т. 52. – № 4. – С. 830–838.
14. Степанова Г. В. Создание сортов люцерны изменчивой нового поколения с высокой азотфиксирующей способностью // Охрана био-ноосферы. Эниология. Нетрадиционное растениеводство. Экология и медицина : материалы XXII междунар. симпозиума, посвящ. 2300-летию великого древнегреческого ученого Архимеда, 290-летию выдающегося шотландского экономиста и философа Адама Смита, 150-летию корифея учения о био-ноосфере В. И. Вернадского, 110-летию великого советского ученого-атомщика И. В. Курчатова, 105-летию видного селекционера-биолога Н. Н. Глущенко, 95-летию старейшины российской селекции В. Г. Картамышева. – Алушта, 2013. – С. 240–243.
15. Степанова Г. В. Симбиотические свойства люцерны хмелевидной (*Medicago lupulina* L.) // Нетрадиционные растения и перспективы их использования. – 2016. – № 12. – С. 368–371.
16. Ступакова Н. С., Цуцупа Т. А. Становление жизненной формы *Medicago lupulina* L. (сем. *Leguminosae*) в процессе онтогенеза // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: естественные, технические и медицинские науки. – 2012. – № 6–1. – С. 181–188.

FORMATION OF BICARPIC POPULATIONS OF BLACK MEDIC

G. V. Stepanova, A. V. Vorsheva

15 populations of black medic (Medicago lupulina L.) of various ecological and geographical origin were studied by the type of ontogenesis. It was found that 1 population is represented entirely by monocarp forms of plants, 7 populations have 20–60% of monocarps. Wild alfalfa from the Moscow region and mutant forms created on its basis consist of 100% bicarpic plants. Bicarpic plants of varieties Georgia, Nordol, Rinata and selection number LH19-3, whose average dry matter productivity was 40.8–48.0 g/plant, are valuable as a source material for breeding of black medic. As sources of high seed productivity (10.0 and 10.3 g/plant), you can use bicarpic plants of the selection number VIK 256 and Georgia varieties, and high leafed (52.4 and 55.3%) — selection numbers DS-1 and VIK 61/94.
Keywords: *black medic, ontogenesis, monocarpic, bicarpic, productivity, leafiness.*

УДК 633.31:631.524.6

БУФЕРНАЯ ЕМКОСТЬ СУХОГО ВЕЩЕСТВА ЛЮЦЕРНЫ

Г. В. Степанова, кандидат сельскохозяйственных наук

ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса», г. Лобня Московской области, Россия, gvstep@yandex.ru

DOI: https://doi.org/10.33814/MAK-2021-25-73-21-30

Установлено, что при увеличении содержания сырой клетчатки, сухого вещества и растворимых сахаров на 1 % буферная емкость сухого вещества люцерны снижается на 0,04–0,10, 0,09–0,19 и 0,16–1,44 моль/л соответственно. Увеличение содержания сырого протеина, сырой золы и сырого жира на 1 % ведет к повышению буферной емкости сухого вещества соответственно на 0,07–0,40, 0,19–86 и 0,33–1,11 моль/л. Следовательно, для создания сортов люцерны с пониженной буферной емкостью без заметного ущерба для кормовой ценности следует вести селекцию на повышение содержания растворимых сахаров и, возможно, снижение содержания сырого жира.

Ключевые слова: *люцерна изменчивая, сухое вещество, силос, сенаж, буферная емкость, растворимые сахара, протеин, жир, зола, клетчатка.*

Люцерна — самая распространенная в мире кормовая культура, отличающаяся высокой урожайностью сухого вещества в сочетании с долголетней продуктивностью, хорошим качеством корма, высокой адаптивной способностью к возделыванию в различных природно-климатических зонах. На корм люцерна используется в зеленом виде, в виде сена, сенажа, силоса и концентрированных кормов, приготовленных из листовой массы.

По данным Ю. А. Победнова и В. М. Косолапова (2018), «…сухое вещество люцернового силоса потребляется крупным рогатым скотом в большем количестве, чем сухое вещество силоса из злаковых трав, вследствие чего увеличивается поступление питательных веществ в организм животных и их продуктивность» [1]. Высокие кормовые достоинства сенажа и силоса из люцерны связывают с высоким содержанием белка в силосуемой массе. Однако приготовить высококачественный сенаж или силос из люцерны крайне сложно.

По данным ряда исследователей, люцерна относится к несилосующимся видам трав из-за состава эпифитной микрофлоры на поверхности надземной части растений, а самое главное, из-за высокой буферной емкости зеленой массы люцерны [2]. Ю. А. Победнов (2009) дает следующее определение буферной емкости сухого вещества растений: «…количество молочной кислоты, необходимое для обеспечения требу-

емой степени подкисления корма, по сути, является мерой буферности растений» [3].

Ф. Вайсбах (2012) пишет: «Сопоставляя буферность различных видов растений с содержанием в них сырого протеина, кальция и магния, исследователи установили, что чем богаче растения указанными соединениями, тем выше их буферная емкость» [4].

Ю. А. Победнов и В. М. Косолапов считают, что основную роль в увеличении буферной емкости играют не азотистые вещества, а минеральные соединения. Люцерна богата минеральными веществами с выраженными основными свойствами. Высокая буферность люцерны обусловливает необходимость накопления значительно большего количества молочной кислоты, чем требуется для подкисления злаковых трав и клевера лугового, что в условиях дефицита сахара очень трудно обеспечить при обычном силосовании даже в провяленном виде [1].

А. А. Зубрилин (1937) собрал значительное количество данных о фактическом содержании сахара в ряде растений и его необходимом количестве для успешного силосования, разделил эти растения на три основные группы: первая группа — легкосилосующиеся, вторая — трудносилосующиеся, третья — несилосующиеся. Расчеты, проведенные Ю. А. Победновым (2008), показывают, что под легкосилосующимися растениями А. А. Зубрилин подразумевает культуры с сахаро-буферным отношением 1,7 и выше. Несилосующимися он считает растения с сахаро-буферным отношением менее 1,0. К трудносилосующимся растениям, занимающим промежуточное положение между легкосилосующимися и несилосующимися культурами, следует отнести травы с сахаро-буферным отношением 1,0–1,6 [5; 6].

По мере накопления фактических данных становилось все более очевидным, что подкисление корма отнюдь не всегда находится в тесном соответствии с величиной сахаро-буферного отношения в силосуемой массе. Нередко отмечались случаи, когда растения с более высоким сахаро-буферным отношением заквашивались хуже, чем с менее высоким, и наоборот. Отсюда следует вывод, что успех силосования зависит не только от сахаро-буферного отношения в зеленой массе, но, очевидно, и от других, еще не выясненных факторов [7].

В последние годы было показано, что, наряду с сахаро-буферным отношением, на результат силосования значительное влияние оказывает и содержание сахара в натуральной массе растений. Совокупное влияние обоих факторов неодинаково и зависит от их конкретных значений. Установлено, что на направленность микробиологических процессов и выход молочной кислоты из сахара значительное влияние оказывает содержание сухого вещества в зеленой массе. Увеличение содержания сухого вещества в растениях приводит к увеличению выхода молочной

кислоты из сахара лишь при заготовке силоса из несилосующихся и трудносилосующихся трав. К настоящему времени изучены далеко не все факторы, обусловливающие успешность консервирования того или иного растительного сырья. Одним из таких малоизученных факторов являются физиолого-биохимические процессы, протекающие при вегетации кормовых трав. Направленность этих процессов зависит от вида растений и условий их выращивания [6; 8].

Анализ отечественной литературы, посвященной заготовке силоса и сенажа из люцерны, показал, что преодоление несилосуемости люцерны решают исключительно совершенствованием методов силосования, и нет исследований по агротехнике возделывания люцерны и созданию новых сортов, пригодных для силосования и сенажирования [9–13]. По-видимому, для решения данной задачи надо начать с изучения особенностей люцерны, обуславливающих ее несилосуемость.

Цель исследований — проанализировать влияние химического состава сухого вещества люцерны на его буферную емкость.

Материал и методика исследований. Исследования проводили в 2018–2020 гг. на Центральной экспериментальной базе ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса», расположенной в 30 км севернее Москвы. Почвенно-климатические условия места проведения исследований типичные для лесной зоны. Почва опытных участков дерново-подзолистая, среднесуглинистая. Люцерну выращивали на участках со среднеокультуренной почвой. Показатели плодородия почвы: pH — 5,7–6,0, гумус — 1,52–1,76 %, содержание общего азота — 0,145–0,168 %, фосфора — 205–210 мг и калия — 88–94 мг на 1 кг почвы.

Изучали химический состав сухого вещества и буферную емкость люцерны в фазу цветения в первом укосе. Исследования проводили на сортах люцерны изменчивой селекции ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» Агния, Луговая 67, Пастбищная 88, Таисия. Посев сплошной рядовой, площадь участков — 0,10–0,20 га. Травостой люцерны скашивали в фазу зацветания 70–75 % растений люцерны (полное цветение). Из скошенной зеленой массы сортов Агния, Пастбищная 88 и Таисия методом рандомизации отбирали по 10 образцов, которые анализировали на содержание сырой клетчатки, сырого протеина, сырого жира, сырой золы, определяли содержание сухого вещества и буферную емкость. Вышеназванные исследования провели в 2019 г., а химический состав сухого вещества сорта Луговая 67 изучали в 2020 г. Для анализов отобрали 20 образцов зеленой массы последнего сорта. В этом опыте, помимо вышеперечисленных показателей кормовой ценности сухого вещества, определяли содержание растворимых сахаров по методу Бертрана [14; 15].

Отбирали по 10 и более образцов зеленой массы с целью формирования минимальной выборки для проведения корреляционно-регрессионного анализа зависимости буферности от химического состава сухого вещества каждого сорта.

Вторая группа опытов, проведенных в 2018 г., представлена средневзвешенными показателями химического состава сухого вещества пяти сортов люцерны селекции ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» и 10 селекционных номеров люцерны изменчивой. Посев сплошной рядовой, площадь делянок — 5 $м^2$. В питомнике испытания сортов повторность трехкратная, селекционный питомник заложен без повторностей. В первом питомнике отбирали по два образца зеленой массы каждого сорта, во втором — по одному образцу каждого селекционного номера. В первом и втором опытах провели по два укоса в фазу полного цветения, во втором — еще и третий укос в фазе стеблевания.

В таблицы включены и обсуждаются только те показатели, которые в данном опыте оказывали сколько-нибудь заметное влияние на буферную емкость.

Определение содержания растворимых углеводов проводили по методу Бертрана [14, с. 111], буферную емкость — по методу А. А. Зубрилина [15, с. 22]. Корреляционно-регрессионный анализ зависимости буферной емкости сухого вещества люцерны от удельного содержания сухого вещества и его химического состава (содержания сырого протеина, сырого жира, сырой клетчатки, сырой золы, P_2O_5 и K_2O) — по Б. А. Доспехову [16].

Результаты исследований. Буферность сухого вещества люцерны — сложный, интегральный показатель, включающий, наряду с учитываемыми факторами, такими как химический состав, неучтенные факторы: эдафические, климатические, погодные условия, микробиоту на поверхности растений и ризосфере и другие. Поэтому результаты линейного корреляционно-регрессионного анализа нельзя считать вполне корректными, но они дают некоторое приближенное представление о влиянии тех или иных химических элементов сухого вещества на его буферную емкость.

В таблице 1 представлены результаты четырех опытов по изучению сортов люцерны, проведенные в 2019 и 2020 гг. В таблицу включены только те показатели, которые оказывали влияние на буферную емкость. Буферная емкость сухого вещества в фазу цветения четырех сортов люцерны была сравнительно близкой — 5,45–6,05 моль/л. Наиболее заметная корреляционная зависимость выявлена между буферной емкостью и содержанием золы в сухом веществе. Близкая существенной была корреляционная зависимость между содержанием сырой золы и буферной емкостью сортов Луговая 67 ($r = 0,54$, $t_r = 1,91 < t_{05}$) и Пастбищ-

ная 88 ($r = 0,67$, $t_r = 2,04 < t_{05}$). Содержание сырой золы в сухом веществе этих сортов было 7,48 и 7,93 % соответственно. Более высокое содержание сырой золы (9,58 и 8,12 %) отмечено у сортов Таисия и Агния. У этих сортов выявлена статистически существенная корреляционная зависимость ($t_r > t_{05}$) буферной емкости сухого вещества от содержания сырой золы. Коэффициенты корреляции (r) равнялись 0,77, а коэффициенты регрессии (b_{yx}) были 0,49 и 0,64, то есть, при снижении содержания золы на 1 % буферная емкость сортов Таисия и Агния может уменьшиться на 0,49 и 0,64 моль/л. Данные зависимости описываются линейными уравнениями регрессии, представленными в таблице 1.

1. Зависимость буферной емкости (Y) от химического состава сухого вещества (X) отдельных сортов люцерны в первом укосе, фаза — цветение. Полевые исследования 2019 и 2020 гг.

Сорт	Показатель, %	Среднее значение		Коэффициенты		Критерий значимости, t_r
		X, %	Y, моль/л	корреляции, r	регрессии, b_{yx}	
Пастбищная 88	Сырой жир	4,77	5,45	0,67	0,58	2,01
	Сырой протеин	17,69	—	0,62	0,10	1,79
	Сырая зола	7,48	—	0,67	0,74	2,04
Таисия	Сырая клетчатка	20,86	5,94	–0,52	–0,1	1,36
	Сырая зола	9,58	—	0,77	0,49	2,65
		Y = 0,49X + 1,51				
Луговая 67	Сырая клетчатка	31,40	6,05	–0,65	–0,04	2,09
	Сырой протеин	11,81	—	0,88	0,07	4,14
		Y = 0,07X + 5,23				
	Сахар по Бертрану	5,95	—	–0,68	–0,16	-2,19
	Сырой жир	2,32	—	0,84	1,01	2,97
	Сырая зола	7,93	—	0,54	0,19	1,91
Агния	Сырой протеин	15,17	5,85	0,56	0,14	1,77
	Сырая зола	8,12	—	0,77	0,64	3,15
		Y = 0,64X + 0,63				

Примечания: 1) сорта Агния, Пастбищная 88 и Таисия испытывали в 2019 г., сорт Луговая 67 — в 2020 г.

2) критерий значимости: теоретические значения (t_{05}) для опытов с сортами Агния, Пастбищная 88 и Таисия — 2,31; Луговая 67 — 2,10.

На втором месте по влиянию на буферную емкость оказалось содержание сырого протеина. Следует отметить сравнительно низкое содержание сырого протеина в сухом веществе у сортов Пастбищная 88 и Агния — 17,69 и 15,17 %, а также сорта Луговая 67 — 11,81 %. Корреляционная зависимость буферной емкости от содержания сырого протеина оказалась близкой к существенной у двух первых сортов (r = 0,67 и

0,56; t_r = 1,79 и 1,77 < t_{05}) и высоко существенной у третьего сорта (r = 0,88, фактический критерий значимости t_r = 4,14 > t_{01}). Последняя зависимость описывается уравнением регрессии Y = 0,07X + 5,23. Коэффициенты регрессии (b_{yx}) сортов Луговая 67, Пастбищная 88 и Агния равнялись 0,07–0,14. Следовательно, снижение содержания сырого протеина в сухом веществе на 1 %, снизит буферную емкость на 0,07–0,14 моль/л (табл. 1).

Содержание сырого жира в сухом веществе люцерны невысокое, в зависимости от генотипа, условий выращивания и фазы развития растений колеблется от 2 до 6 %. В четырех из шести опытов выявлена тенденция к повышению буферной емкости сухого вещества при повышении содержания жира. Коэффициенты корреляции составили 0,44–0,84, коэффициенты регрессии — 0,33–1,11, то есть при повышении содержания жира в сухом веществе люцерны на 1 % буферная емкость возрастает на 0,33–1,11 моль/л. В опытах по оценке отдельных сортов выявлена близкая к статистически значимой (t_r = 2,01) и статистически значимая (t_r = 2,97) прямая корреляционная зависимость между содержанием жира (4,77 и 2,32 %) и буферной емкостью (5,45 и 6,05 моль/л) сортов Пастбищная 88 и Луговая 67. Коэффициенты корреляции (r) составили 0,67 и 0,84, а коэффициенты регрессии (b_{yx}) — 0,58 и 1,01, то есть, при возрастании содержания жира на 1 %, буферная емкость может возрасти на 0,58 и 1,01 моль/л (табл. 1).

Обратная существенная корреляционная зависимость выявлена между содержанием растворимых сахаров (5,95 %) в пересчете на сухое вещество и буферной емкостью сорта Луговая 67. Коэффициент корреляции r = –0,68, фактический критерий значимости t_r = 2,19 > t_{05} = 2,10. Коэффициент регрессии равен –0,16, то есть при увеличении содержания растворимых сахаров на 1 %, буферная емкость снижается на 0,16 моль/л (табл. 1). У других трех сортов коэффициенты корреляции (r) между содержанием сахара в сухом веществе (X) и буферной емкостью сухого вещества (Y) были в пределах –0,27…–0,41.

Выявлена тенденция обратной зависимости между содержанием клетчатки (20,86 и 31,40 %) в сухом веществе сортов Таисия и Луговая 67 и буферной емкостью: коэффициент корреляции r = –0,52…–0,65; t_r = 1,36 и 2,09 < t_{05} = 2,23 и 2,10. Коэффициенты регрессии b_{yx} = –0,1 и –0,04, то есть при повышении содержания сырой клетчатки на 1 % буферная емкость может снизиться менее чем на 0,1 моль/л (табл. 1).

В 2018 г. провели химические анализы состава сухого вещества в фазу цветения пяти сортов люцерны (Вега 87, Соната, Селена, Пастбищная 88 и Таисия), а также 10 селекционных номеров. Было проанализировано по два образца каждого сорта и одному каждого селекционного номера. Затем рассчитали корреляционные и регрессионные взаи-

модействия содержания основных питательных веществ с буферной емкостью сухого вещества по каждому исследованному образцу пяти сортов и 10 селекционных номеров. В каждой выборке сравнивали по 10 пар. Фактическое значение критерия существенности (t_{05}) обеих выборок было 2,31. В таблице 2 показаны результаты расчетов. Представлены только те показатели, которые имеют статистически значимое или близкое к нему влияние на буферную емкость сухого вещества люцерны.

2. Зависимость буферной емкости (Y) от химического состава сухого вещества (X) сортов и селекционных номеров люцерны в фазу цветения. Полевые исследования 2018 г.

Объект исследований	Укос	Показатель, %	Среднее значение		Коэффициенты		Критерий значимости, t_r
			X, %	Y моль/л	корреляции, r	регрессии, b_{yx}	
*Сорта люцерны	1-й	Сырой протеин	15,59	5,66	0,72	0,40	1,80
		Сырая зола	9,44	—	0,65	0,86	1,49
		Сахар по Бертрану	2,45	—	–0,72	–1,44	1,77
	2-й	Сырая клетчатка	27,2	6,52	–0,57	–0,28	1,20
		Сырой протеин	21,34	—	0,47	0,21	1,11
		Сырая зола	11,38	—	0,63	0,39	1,42
**Селекционные номера люцерны	1-й	Сырая клетчатка	32,36	4,82	–0,61	–0,12	2,03
		Сырой жир	5,76	—	0,58	0,75	1,88
		Сырой протеин	14,69	—	0,45	0,09	1,34
	2-й	Сырой жир	3,89	5,23	0,44	0,33	1,31
		Сырой протеин	15,18	—	0,53	0,19	1,64
		Сырая зола	7,75	—	0,58	0,19	1,90
		Сухое вещество	28,30	—	–0,60	–0,16	1,96
	3-й	Сырой жир	4,29	7,07	0,60	1,11	1,96
		Сырая зола	12,14	—	0,48	0,31	1,47

*Примечания: *Сорта люцерны: Вега 87, Соната, Селена, Пастбищная 88 и Таисия.*
***Селекционные номера: 10 номеров люцерны изменчивой.*
Критерий значимости: теоретические значения (t_{05}) для опытов с сортами и селекционными номерами люцерны — 2,31.

Так же как и в опытах по изучению химического состава отдельных сортов, при изучении выборки из пяти сортов заметное влияние на буферную емкость оказывает содержание золы в сухом веществе. В первом укосе в фазу цветения люцерны средневзвешенное содержание золы в сухом веществе составляло 9,44 %, во втором — 11,38 %, а буферная емкость сухого вещества была соответственно 5,66 и

6,52 моль/л. Прослеживается положительная тенденция возрастания буферной емкости при увеличении зольности сухого вещества: коэффициенты корреляции r = 0,65 и 0,63; t_r = 1,49 и 1,42 < t_{05} = 2,31. Коэффициенты регрессии b_{yx} = 0,86 и 0,39, то есть при увеличении содержания золы на 1 % буферная емкость сухого вещества в первом укосе возрастала на 0,86, а во втором — на 0,39 моль/л (табл. 2).

В первом и втором укосах отмечена положительная зависимость буферной емкости от содержания сырого протеина: r = 0,72 и 0,47; t_r = 1,80 и 1,11 < t_{05}. Средневзвешенное содержание протеина в сухом веществе люцерны в первом укосе было 15,59 %, во втором возросло до 21,34 %. Расчеты показывают, что возрастание содержания сырого протеина на 1 % способно привести к увеличению буферной емкости в первом укосе на 0,40, а во втором — на 0,21 моль/л (табл. 2).

Тенденция к обратной корреляционной зависимости обнаружена между содержанием растворимых сахаров, определенных по методу Бертрана, содержанием сырой клетчатки и буферной емкостью сухого вещества. Между содержанием сахара и буферной емкостью выявлена более тесная обратная корреляционная зависимость (r = –0,72, t_r = 1,77) по сравнению с содержанием клетчатки (r = –0,57, t_r = 1,20). Расчеты показывают, что увеличение содержания растворимых сахаров на 1 % может снизить буферную емкость на 1,44 и 0,28 моль/л (табл. 2).

Содержание растворимых сахаров в сухом веществе селекционных номеров люцерны не определяли.

Тенденция к обратной корреляционной зависимости выявлена в первом укосе между содержанием сырой клетчатки и буферной емкостью (r = –0,61; t_r = 2,03 < t_{05}), во втором — содержанием сухого вещества (r = –0,60; t_r = 1,96). Коэффициент регрессии (b_{yx}) для сырой клетчатки составил –0,12, для сухого вещества –0,16, то есть увеличение содержания клетчатки и сухого вещества на 1 % может снизить буферную емкость на 0,12 и 0,16 моль/л (табл. 2).

Отмечена тенденция к положительной корреляционной зависимости буферной емкости сухого вещества от содержания сырого жира в сухом веществе люцерны во всех трех укосах: r = 0,44–0,60; t_r = 1,31–1,96; а также во втором и третьем укосах от содержания сырой золы: r = 0,58 и 0,48; t_r = 1,90 и 1,47; кроме того, в первом и втором укосах от содержания сырого протеина: r = 0,45 и 53; t_r = 1,34 и 1,64 (табл. 2).

Средневзвешенное содержание сырого жира в сухом веществе селекционных номеров люцерны в первом и третьем укосах было сравнительно высоким (5,76 и 4,29 %) и влияние, оказываемое на изменение буферной емкости в этих циклах использования травостоя, было также заметным: коэффициенты регрессии (b_{yx}) по укосам составили 0,75 и 1,11. Следовательно, в первом и третьем укосах изменение содержания

жира в сухом веществе на 1 % может приводить к повышению буферной емкости на 0,75 и 1,11 моль/л. Значительно меньшее влияние на буферную емкость оказывала зольность сухого вещества (b_{yx} = 0,19 и 0,31), а также содержание сырого протеина (b_{yx} = 0,09 и 0,19) (табл. 2).

Подводя итог предварительной оценки влияния химического состава сухого вещества на буферную емкость, можно сделать следующее заключение:

– возможно снижение буферной емкости на 0,16–1,44 моль/л при увеличении содержания растворимых сахаров на 1 %, а также на 0,04–0,16 моль/л при возрастании содержания сырой клетчатки и сухого вещества на 1 %;
– возрастание буферной емкости на 0,33–1,11 моль/л при увеличении содержания сырого жира на 1 %, а также на 0,19–0,86 и 0,07–0,40 моль/л при повышении содержания сырой золы и сырого протеина на 1 %.

Таким образом, чтобы создавать сорта люцерны с пониженной буферной емкостью без заметного ущерба для кормовой ценности следует вести селекцию люцерны на повышение содержания растворимых сахаров и, возможно, снижение сырого жира в сухом веществе.

Но это заключение предварительное. В живом организме люцерны все взаимосвязано. Повышение содержания растворимых сахаров обычно ведет к снижению содержания сырого протеина. Надо исследовать взаимосвязь между другими составляющими сухого вещества. Изучить, как влияют условия выращивания, фаза развития растений люцерны, генотип растений, эпифитная и ризосферная микрофлора и другие многочисленные факторы. Селекция может сделать многое, но, на мой взгляд, недопустимо в процессе погони за повышением силосуемости утратить ценные кормовые свойства люцерны.

Литература

1. Победнов Ю. А., Косолапов В. М. Биологические основы силосования люцерны с препаратами молочнокислых бактерий (обзор) // Сельскохозяйственная биология. – 2018. – Т. 53. – № 2. – С. 258–269. DOI: 10.15389/agrobiology.2018.2.258rus.
2. Активность ризосферы многолетних бобовых трав в условиях биологического земледелия / Р. А. Шурхно, О. С. Норина, М. Ш. Тагиров, Р. П. Наумова // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2008. – Т. 6. – С. 23–26.
3. Победнов Ю. А. Новые подходы к прогнозированию эффективности и оптимизации процессов силосования трав // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2009. – № 3. – С. 89–100.
4. Вайсбах Ф. Будущее консервирования кормов // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2012. – № 2. – С. 49–70.
5. Зубрилин А. А. Новое в консервировании сочных кормов. – М., 1937. – 41 с.

6. Побeднов Ю. А. Силосуемость кормовых трав и пути ее улучшения // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2008. – № 3. – С. 95–106.
7. Колесников Н. В. Силосование и химическое консервирование избыточно влажных зеленых кормов. – М. : Колос, 1975. – 115 с.
8. Побeднов Ю. А., Кучин И. В. Физиолого-биохимические процессы, происходящие в кормовых травах при выращивании, как фактор, влияющий на их технологические свойства при силосовании и качество объемистых кормов // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2015. – № 1. – С. 70–83.
9. Использование биоконсервантов при силосовании трав и при их скармливании коровам в условиях Республики Саха (Якутия) / Н. П. Буряков, М. М. Миронов, Г. Ю. Лаптев, И. Н. Никонов, К. М. Степанов // Адаптивное кормопроизводство. – 2016. – № 3. – С. 88–93.
10. Побeднов Ю. А., Косолапов В. М. Итоги и основные направления развития теории силосования на современном этапе (обзор) // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2014. – № 1. – С. 21–33.
11. Клименко В. П., Косолапова В. Г., Юртаева К. Е. Оценка эффективности экспериментальной ферментной мультисистемы при консервировании бобовых трав // Адаптивное кормопроизводство. – 2018. – № 3. – С. 53–62.
12. Мамаев А. А., Юртаева К. Е., Козлова В. В. К вопросу об использовании шунгита при силосовании кукурузы и трав // Адаптивное кормопроизводство. – 2018. – № 2. – С. 47–56.
13. Новый биологический препарат для силосования люцерны / В. П. Клименко, В. М. Косолапов, В. Г. Косолапова, К. Е. Юртаева // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2019. – № 3. – С. 36–40.
14. Физико-химические методы анализа кормов / В. М. Косолапов, В. А. Чуйков, Х. К. Худякова, В. Г. Косолапова. – М. : Издательский дом «Типография Россельхозакадемии», 2014. – 344 с.
15. Проведение опытов по консервированию и хранению объемистых кормов (методические рекомендации) / В. А. Бондарев [и др.]. – М. : ФГУ РЦСК, 2008. – 67 с.
16. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Изд. 4-е, перераб. и дополн. – М. : Колос, 1974. – 416 с. [С. 317–337].

BUFFER CAPACITY OF ALFALFA DRY MATTER

G. V. Stepanova

It was found that with an increase in the content of crude fiber, dry matter and soluble sugars by 1%, the buffer capacity of alfalfa dry matter decreases by 0.04–0.10, 0.09–0.19 and 0.16–1.44 mol/l, respectively. An increase in the content of crude protein, crude ash and crude fat by 1 % increases the buffer capacity of dry matter by 0.07–0.40, 0.19–86 and 0.33–1.11 mol/l, respectively. Therefore, to create alfalfa varieties with a reduced buffer capacity without appreciable damage to the feed value, it is necessary to conduct breeding to increase the content of soluble sugars and, possibly, reduce the content of raw fat.

Keywords: *alfalfa, dry matter, silage, haylage, buffer capacity, soluble sugars, protein, fat, ash, fiber.*

УДК 631.527.8:633.31:632.4

ГРИБНЫЕ БОЛЕЗНИ ЛЮЦЕРНЫ В НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЕ РОССИИ И УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ К НИМ

Л. Ф. Соложенцева, кандидат сельскохозяйственных наук

ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса», г. Лобня, Московской области, Россия, vniikormov@mail.ru

DOI: https://doi.org/10.33814/MAK-2021-25-73-31-35

Показана значимость люцерны для сельского хозяйства, приведены результаты многолетних наблюдений (фитомониторинга) за развитием грибных болезней на травостое люцерны изменчивой, желтой (в селекционных, контрольных питомниках, конкурсном сортоиспытании).
Ключевые слова: *люцерна изменчивая, люцерна желтая, фитомониторинг, грибные болезни, селекция, питомник, интенсивность развития.*

Решение проблемы кормового белка во многом зависит от расширения площадей и повышения продуктивности многолетних бобовых трав. Люцерна является одной из лучших кормовых бобовых многолетних трав для всех видов скота и птицы. Растения этой культуры могут фиксировать 150–300 кг азота из воздуха на гектар посевов, что позволяет значительно сократить расход минеральных азотных удобрений. Люцерну отличает экологическая пластичность, относительное долголетие, высокая урожайность кормовой массы. Она имеет широкий спектр использования для кормовых целей (зеленая масса, сено, сенаж, силос, травяная мука и др.), выращивается как в одновидовом посеве, так и в травосмеси. Кроме того, эта культура является хорошим предшественником для многих сельскохозяйственных культур, используется для рассоления почв, спасает почву от губительного действия водной и ветровой эрозии [1–10; 13; 14 и др.].

Однако продуктивность этой культуры может значительно (в период эпифитотии на 30 % и более) снижаться из-за поражения болезнями, ухудшается также качество корма. Вследствие этого возникает необходимость постоянного и тщательного проведения фитомониторинга на травостое люцерны, выявления и создания исходного материала с относительной устойчивостью к наиболее распространенным и вредоносным болезням.

В Нечерноземной зоне России из грибных болезней наиболее распространены и вредоносны в настоящее время фузариоз, вызывающий

корневую гниль и увядание растений (возбудители разные виды грибов рода Fusarium sp.), а также бурая пятнистость (возбудитель Pseudopeziza medicaginis Sacc.). В предшествующие годы наблюдалось также более интенсивное развитие таких грибных болезней как аскохитоз, пероноспороз (ложная мучнистая роса) и др. В связи со сложившимися погодными условиями их интенсивность развития чаще всего не превышает одного балла, некоторые болезни (например, клеверный рак) встречаются на люцерне очень редко [10 – 13].

Методика исследований. При закладке опытов и проведении научных исследований, наблюдений, учетов использовали следующие материалы: «Методические указания по селекции и первичному семеноводству многолетних трав» (М., 1993 г.), «Методические рекомендации по изучению устойчивости кормовых культур к возбудителям грибных болезней на полевых искусственных инфекционных фонах» (М., 1999 г.), «Методические рекомендации по агротехнике возделывания люцерны и амаранта на корм и семена» (М., 2004 г.), «Агротехника возделывания сортов люцерны селекции ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса на семенные и кормовые цели (рекомендации) (М., 2008 г.) и др. [14–17].

Результаты исследований. Исследования проводились в условиях полевого, вегетационного и лабораторных опытов (пересев, поддержание, пополнение и изучение коллекции возбудителей фузариоза люцерны).

В коллекции возбудителей фузариоза люцерны имеются изоляты таких видов грибов рода Fusarium sp. как F. oxysporum Sch. Em. Snyd. et Hans., F. avenaceum Fr. Sacc., F. sambucinum Fuck. и др. (около 10 видов).

В селекционной работе с люцерной в ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» используется генетически разнообразный селекционный материал, полученный методами отбора, поликросса, межсортовой и межвидовой гибридизации и других. В селекционный процесс включаются биотипы, гибриды, дикорастущие популяции, обладающие хорошей приспособленностью к почвенно-климатическим условиям зоны, устойчивостью к частому отчуждению, основным болезням и вредителям, высокой конкурентной способностью, ранним и дружным отрастанием, кормовым и семенным долголетием. У формируемых популяций проводится тщательный отбор генотипов на раннеспелость, учитывая при этом мощность развития люцерны, дружность цветения.

В полевых и вегетационных условиях, кроме прочих хозяйственно ценных признаков, изучали устойчивость к болезням образцов люцерны изменчивой и желтой: ежегодно в течение периода вегетации проводили наблюдения за развитием болезней люцерны в одновидовом посеве и в

травосмеси, на искусственном фузариозном фоне (доза внесения инокулюма 100 г/м²) и при естественном заражении.

В одновидовом посеве развитие внутренней корневой гнили у образцов на четвертый год жизни колебалось от 30,3 до 37,9 % (среднее 34,1 %), а при посеве в травосмеси от 22,2 до 26,1 % (среднее 24,2 %). Разница в пораженности составила в среднем 10 %. Сорт-стандарт Луговая 67 на естественном фоне при одновидовом посеве имел развитие болезни 37,9 %, а образец П 135-1286 — 30,3 %.

Образцы СУ-413, СУ-67(2), СУ-9032, СУ-82, СУ-76 были поражены корневой гнилью на 9,2–23,2 % менее стандарта Вега 87. Из них СУ-413, СУ-67(2) созданы с использованием комплекса методов: гаметной селекции, последующего отбора и свободного переопыления устойчивых форм, а прочие образцы — методами многократного отбора и поликросса.

С использованием методов гаметной селекции и многократного отбора на фузариозном инфекционном фоне создан источник устойчивости к фузариозу и бурой пятнистости СГП 97-107, превышающий стандарт сорт Вега 87 по устойчивости к болезням в среднем на 15 %, урожайности зеленой массы и сухого вещества — на 10 и 15 %.

В контрольном и селекционных питомниках при широкорядном способе посева относительную устойчивость к бурой пятнистости проявили образцы люцерны изменчивой желтогибридного (П 12-849, П 88-1617, СД-11 и др.) и пестрогибридного (С-378, Д 1, СУ-11, СУ-413, СУ-82) сортотипов. Стандарт (Вега 87) был поражен этой болезнью на 1–2 балла больше. В меньшей степени были поражены бурой пятнистостью образцы люцерны пестрой (изменчивой) СГП-387, П 8, Д 30, С 110, № 20, № 16, желтой (Д 31).Степень поражения этих образцов составила 1 балл (у стандарта 2–3 балла).

Некоторые из образцов селекционного питомника (СМС 1, МН 340, С-379, П 297, СГП 62-71, СГП 63-11, СГП 61-11) в благоприятные годы превосходили стандарт сорт Луговая 67 по продуктивности семян на 10,1–107,6 %.

Исследования показали, что для возделывания в травосмеси перспективными образцами являются С-379 и С-271. По устойчивости к болезням они превысили стандарт на 10–15 %.

Заключение. При использовании различных методов селекции можно выявить и получить относительно устойчивый к грибным болезням (фузариозу, бурой пятнистости и др.) селекционный материал люцерны.

Создан новый перспективный материал люцерны изменчивой (образцы СГП-12, СГП-387, С-271, С-379, П-211, СГП 97-107 и др.), превышающий стандарт (сорт Луговая 67) по продуктивности зеленой и

сухой массы, устойчивости к основным болезням (фузариоз, бурая пятнистость) в среднем на 10–15 %.

Во избежание интенсивного развития на травостое фузариозного увядания, корневых гнилей, бурой пятнистости и других болезней и с целью получения более высокого урожая и качества кормовой массы рекомендуем выращивать сорта люцерны желтой, желто- и пестрогибридной, более устойчивых к патогенам, а также использовать посев в травосмеси.

Литература

1. Справочник по кормопроизводству. 5-е изд. перераб. и дополн. / Под ред. В. М. Косолапова, И. А. Трофимова. – М. : Россельхозакадемия, 2014. – 715 с.
2. Основные виды и сорта кормовых культур: итоги научной деятельности Центрального селекционного центра / ФГБНУ ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса. – М. : Наука, 2015. – 545 с.
3. Новые направления в селекции люцерны и создание экологически дифференцированных, различающихся по типу использования сортов / Ю. М. Писковацкий, Ю. М. Ненароков, Г. В. Степанова, Л. Ф. Соложенцева, М. А. Бегунова // Адаптивное кормопроизводство: проблемы и решения. – М., 2002. – С. 294–308.
4. Соложенцев П. Д., Соложенцева Л. Ф., Агафодорова М. Н. Создание методом гаметной селекции исходного селекционного материала люцерны с повышенной устойчивостью к фузариозу // Нетрадиционное растениеводство. Селекция и генетика. Эниология. Экология и здоровье : Материалы XIX Междунар. науч. симпозиума. – 2010. – С. 381–386.
5. Создание перспективного материала люцерны с высокой семенной продуктивностью / Ю. М. Писковацкий, М. Г. Ломова, Л. Ф. Соложенцева, М. В. Ломов, А. В. Пьянков, В. Е. Михалев, Н. В. Сапрыкина // Научное обеспечение кормопроизводства и его роль в сельском хозяйстве, экономике, экологии и рациональном природопользовании России : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти ак. А. А. Жученко. – М., 2010 – С. 97–101.
6. Золотарев В. Н., Переправо Н. И., Степанова Г. В. Состояние люцерносеяния и агробиологические основы адаптивно-экологического районирования сортового семеноводства люцерны в России // Адаптивное кормопроизводство. – 2016. – № 4. – С. 16–34.
7. Золотарев В. Н., Переправо Н. И., Степанова Г. В. Биологические основы агроэкологического семеноводства люцерны в России // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. – 2016. – № 4. – С. 44–47.
8. Писковацкий Ю. М., Соложенцева Л. Ф., Уткина В. И. Селекция люцерны для условий Нечерноземной зоны // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч тр., вып. 12 (60). – М. : ООО «Угрешская типография», 2016. – С. 23–29.
9. Степанова Г. В. Сорта люцерны, районированные в Центрально-Черноземной зоне РФ // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч тр., вып. 24 (72). // М. : ООО «Угрешская типография», 2020. – С. 64–78.

10. Соложенцева Л. Ф., Писковацкий Ю. М. Сравнительная характеристика образцов люцерны в питомнике конкурсного сортоиспытания // Кормопроизводство. – 2020. – № 3. – С. 25–28.
11. Соложенцева Л. Ф., Писковацкий Ю. М. Изучение перспективного материала люцерны изменчивой по показателям устойчивости к основным болезням, продуктивности и качества // Адаптивное кормопроизводство. – 2018. – № 1 – С. 26–34.
12. Соложенцева Л. Ф. Селекция люцерны на устойчивость к основным болезням и другие хозяйственно-ценные признаки // В сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. с элементами школы молодых ученых «Приоритетные направления научного обеспечения агропромышленного комплекса России и стран СНГ» / ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт риса». – Краснодар, 2018. – С. 43–48.
13. Соложенцева Л. Ф., Соложенцев П. Д. Основные болезни люцерны и методы селекции на устойчивость к ним // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч тр., вып. 24 (72). – М. : ООО «Угрешская типография», 2015. – С. 79–83.
14. Методические указания по селекции и первичному семеноводству многолетних трав / З. Ш. Шамсутдинов, А. С. Новоселова, М. А. Филимонов [и др.]. – М. : ВНИИ кормов, 1993. – 112 с.
15. Методические указания по изучению устойчивости кормовых культур к возбудителям грибных болезней люцерны на полевых искусственных инфекционных фонах / Н. М. Пуца, Н. В. Разгуляева, Н. Ю. Костенко, Л. Ф. Соложенцева. – М. : ВНИИ кормов, 1999. – 40 с.
16. Методические рекомендации по агротехнике возделывания люцерны и амаранта на корм и семена / Ю. М. Писковацкий, Ю. М. Ненароков, Г. В. Степанова [и др.]. – М., 2004. – 54 с.
17. Агротехника возделывания сортов люцерны селекции ВНИИ кормов им. В Р. Вильямса на семенные и кормовые цели (Рекомендации) / Ю. М. Писковацкий, В. М. Косолапов, В. Е. Михалев [и др.]. – М. : ФГУ РЦСК, 2008. – 39 с.

FUNGAL DISEASES OF ALFALFA IN THE NON-CHERNOZEM ZONE OF RUSSIA AND PLANT RESISTANCE TO THEM

L. F. Solozhentseva

The article shows the importance of alfalfa for agriculture, presents the results of long-term observations (phytomonitoring) of the development of fungal diseases on the herbage of alfalfa variable, yellow (in breeding, control nurseries, competitive variety testing).
Keywords: *alfalfa variable, alfalfa yellow, phytomonitoring, fungal diseases, breeding, nursery, intensity of development.*

УДК 633.361:631.52

ОЦЕНКА СЕЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ЭСПАРЦЕТА ПЕСЧАНОГО НА ПРОДУКТИВНОСТЬ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РЕГИОНА

С. В. Сапрыкин[1], кандидат сельскохозяйственных наук
В. Н. Золотарев[2], кандидат сельскохозяйственных наук
Р. М. Лабинская[1], кандидат сельскохозяйственных наук
А. В. Чекмарева[1]

[1]*Воронежская опытная станция по многолетним травам – филиал ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса», г. Павловск Воронежской обл., Россия, gnu@bk.ru*
[2]*ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса», г. Лобня Московской обл., Россия, vnii.kormov@yandex.ru*

DOI: https://doi.org/10.33814/MAK-2021-25-73-36-40

С целью выведения новых сортов эспарцета песчаного в условиях Центрально-Черноземного региона проведена оценка коллекционных образцов этой культуры по продуктивности зеленой массы и семян, выделены наиболее ценные из них для дальнейшей селекции.
Ключевые слова: *эспарцет песчаный (Onobrychis arenaria (Kit.) DC.), селекция, исходный материал, оценка образцов, продуктивность.*

Необходимость роста продуктивности и расширения посевных площадей многолетних бобовых трав является одним из основных факторов интенсификации производства высокобелковых кормов и биологизации земледелия. Для повышения эффективности хозяйственного использования бобовых трав необходима переориентация селекционных программ на выведение новых высокопродуктивных сортов с повышенной устойчивостью к комплексу факторов биотического, абиотического и эксплуатационного стресса на основе биогеоценотического подхода [1]. С учетом экстремальных и дестабилизированных экологических условий необходимо создавать системы экологически дифференцированных сортов кормовых культур для устойчивого развития конкретных территорий, характеризующихся определенными почвенно-климатическими условиями и принятыми системами земледелия в этих регионах. Такие принципы в последние годы становятся доминирующими в селекционной стратегии кормовых культур. Они полностью основаны на теории адаптивной системы растениеводства и предусматривают создание географически и экологически дифференцированных сортов кормовых трав [2]. Одним из направлений селекционной работы являет-

ся использование аборигенного материала дикорастущей флоры и на его основе — выведение новых сортов, наиболее полно использующих биоклиматические ресурсы конкретного региона за счет природного адаптивного потенциала [3]. Оценка селекционных образцов, отобранных в естественных фитоценозах, осуществляется по фенотипическим признакам — продуктивности, устойчивости к болезням, семенной продуктивности, долголетию [4]. Изучение особенностей и свойств растений, тесно связанных с хозяйственно ценными признаками, является основой для успешной оценки и дальнейшего использования образцов в селекционном процессе. Критерием отбора служат такие хозяйственно полезные признаки, как продуктивность, длина вегетационного периода, устойчивость к полеганию, осыпанию семян, болезням, качество корма [5].

Цель исследований. Оценка и выявление перспективных образцов эспарцета песчаного, обладающих высокой урожайностью кормовой массы и семян с целью создания селекционного материала для выведения нового сорта для условий Центрально-Черноземного региона.

Методика и условия проведения исследований. Исследования проводились в 2019–2020 гг. на Воронежской опытной станции по многолетним травам, расположенной в южной части Воронежской области. Почвы — выщелоченный, среднемощный, среднесуглинистый чернозем, содержащий в пахотном слое гумуса 4,3 % (по Тюрину), подвижного фосфора 7,2 мг и калия 12,6 мг на 100 г почвы по Чирикову. Мощность гумусового горизонта — 50–73 см. Реакция pH водной вытяжки верхнего горизонта 5,8–6,4. Температурный режим вегетационного сезона и количество осадков оценивались на основании данных стандартных агрометеорологических наблюдений Павловской метеостанции Воронежской области. Погодные условия 2020 г. значительно отличались от предыдущих лет. Зима была аномально теплой и бесснежной: январь был на 7,7 ºС, февраль на 8,7 ºС, март на 8,0 ºС выше среднемноголетних норм. Зима была бесснежной, за январь–март выпало всего 75,7 мм осадков, для сравнения в 2019 г. — 101,4 мм, в 2018 г. — 193,1 мм. Погодные условия в зимний период 2020 г. отличались от обычных лет. Положительные температуры во время перезимовки позволили продлить вегетацию многолетних трав. Это интенсивное использование ресурса растений сказалось не только на габитусе растений, но и на продуктивности кормовой массы и семян — урожайность была ниже, чем в предыдущие годы. Многолетние травы очень рано начали вегетацию — в начале марта, затем в апреле во второй декаде были заморозки до –6 º С, после которых бобовые многолетние травы стали отрастать повторно, отрастание в коллекционном питомнике эспарцета было отмечено 14 апреля. Такая теплая зима способствовала сохранению вредите-

лей, которые нанесли большой урон многолетним травам ранней весной. Май характеризовался неустойчивой погодой, возвратными холодами. В наиболее холодные периоды среднесуточная температура воздуха была на 1,8 ºС ниже нормы. Осадков в мае выпало 87 % от среднемноголетней нормы. В июне преобладала теплая погода, с недостаточным увлажнением (осадки — 48,4 % от нормы). Средняя за июнь температура воздуха наблюдалась на уровне +24,9 ºС, что на 5,9 ºС выше среднемноголетней нормы. Июль был жарким, с большим недостатком увлажнения, осадков выпало 20,4 % от среднемноголетней нормы. Средняя месячная температура в июле была на 5,6 ºС выше нормы и составила +26,6 ºС. Август также был очень сухим и с повышенным температурным режимом (осадков выпало 13,8 % от нормы, температура регистрировалась на 4,6 ºС выше среднемноголетней нормы). За май–август выпало 95,2 мм осадков, гидротермический коэффициент — 0,1, что характеризует низкую влагообеспеченность этих лет (очень сильная засуха по Г. Т. Селянинову). За вегетационный период в 2019 г. (год закладки опытов) выпало 265,8 мм осадков (ГТК — 0,3 — низкая влагообеспеченность по Г. Т. Селянинову).

Для измерения урожайности использовался измерительно-весовой метод. В 2020 г. в коллекционном питомнике эспарцета песчаного посева 2019 г. проведено два укоса зеленой массы и учет урожайности семян. Питомник был заложен в двух повторностях, площадь делянки — 2,5 м^2, стандарт — эспарцет песчаный сорта Павловский.

Результаты и обсуждение. В сумме за два укоса пять образцов по урожайности зеленой массы (дикорастущий из Тамбовской области, дикорастущий из Архангельской области, Северный, Фламинго, Улучшенный) превышали стандартный сорт Павловский на 12–65 %, а пять были на уровне стандарта или чуть ниже. По сухой массе те же сортообразцы на 13–60 % были выше стандарта. По урожайности семян пять сортообразцов превысили стандартный сорт на 20–99 % (дикорастущий из Архангельской области, Фламинго, Северный и др.) (таблица).

В связи с большим дефицитом влаги в 2020 г. в коллекционном питомнике эспарцета получены невысокий сбор кормовой массы и урожай семян. Все образцы сильно поражались мучнистой росой, но больших различий между сортообразцами не наблюдалось. Высота растений является косвенным показателем урожайности изучаемых сортообразцов. По этому показателю варьирование между образцами было довольно значительным (таблица). Растения варьировали по высоте от 55 до 75 см, стандарт — 67 см. Устойчивость к выпадению растений в результате перезимовки и в период вегетации — важный показатель долговечности и хозяйственности сорта. Изучение коллекционных образцов на

зимостойкость проводили путем визуальной оценки в процентах. Установлено, что зимостойкость большинства образцов была высокой.

Таблица. Продуктивность образцов эспарцета в селекционном питомнике

Название сортообразца	Высота растений, см	Сбор массы с делянки, кг								Урожайность семян	
		зеленой				сухой					
		1-й укос	2-й укос	сумма за 2 укоса	% к St	1-й укос	2-й укос	сумма за 2 укоса	% к St	с делянки, г	% к St
Архангельская обл., дикорастущий	75	2,1	0,6	2,7	159	0,45	0,19	0,64	160	144,3	143
Тамбовская обл., дикорастущий	64	1,4	0,5	1,9	112	0,3	0,15	0,45	113	92,3	91
Казахстан, дикорастущий	63	1,1	0,5	1,6	94	0,24	0,16	0,40	100	71,8	71
Фламинго	67	2,1	0,7	2,8	165	0,42	0,2	0,62	155	180,2	178
Северный	74	2,1	0,5	2,6	153	0,42	0,14	0,56	140	200,7	199
Алтай, дикорастущий	66	0,9	0,5	1,4	82	0,19	0,14	0,33	83	73,4	73
Алтай, дикорастущий	71	1,1	0,6	1,7	100	0,23	0,16	0,39	98	106,5	105
Сибирский	63	1,3	0,4	1,7	100	0,28	0,11	0,39	98	120,8	120
Виколистный	55	1,0	0,4	1,4	82	0,21	0,10	0,31	78	93,3	92
Донской дикорастущий	62	1,2	0,3	1,5	88	0,25	0,09	0,34	85	15,2	15
Улучшенный	68	1,5	0,5	2,0	118	0,31	0,14	0,45	113	134,4	133
Закавказский	71	1,2	0,5	1,7	100	0,23	0,13	0,36	90	105,0	104
Стандарт, среднее	67	1,2	0,5	1,7	100	0,26	0,14	0,40	100	101,0	100
$НСР_{05}$				0,14				0,27		11,6	

У многолетних кормовых трав проблемой является совмещение высокой урожайности зеленой массы и семян. Это явление, связанное с физиологией развития растения, особенностями прохождения световых и температурных фаз вегетативных и генеративных побегов, присуще и эспарцету [6]. Поэтому выделение генотипов с компромиссным балансом высокой урожайности зеленой массы и семян является важной задачей. Наиболее существенное превышение по семенной продуктивности, на 78–99 %, отмечено у сортообразцов Фламинго и Северный. Они же обеспечили и одни из самых высоких прибавок сбора сухого вещества: 40–55 % (таблица). Из дикоросов по сочетанию этих признаков выделился Архангельский образец.

В результате изучения в условиях степи ЦЧЗ коллекционных образцов эспарцета песчаного, по отдельному или по комплексу хозяйственно полезных свойств превосходящих стандартный сорт Павлов-

ский, выделены наиболее ценные из них: по сбору зеленой и сухой массы на 12–65 % и 13–60 % соответственно — дикорастущие из Тамбовской и Архангельской областей, а также Северный, Фламинго, Улучшенный; на 20–99 % по урожайности семян — дикорастущий из Архангельской области, Фламинго, Северный, Улучшенный, Сибирский. Выделившиеся по отдельным показателям дикорастущие образцы, представляющие определенные экотипы, сложившиеся в природе и сформированные в ходе микроэволюционного процесса под воздействием комплекса природных факторов и, в результате этого, обладающие исключительными адаптивными характеристиками в местных условиях, отличающиеся лучшей зимостойкостью могут быть улучшены последующим отбором. Выделившиеся образцы будут проходить дальнейшую оценку на разных уровнях селекционного процесса в питомнике.

Литература

1. Косолапов В. М., Шамсутдинов З. Ш. Использование генетических ресурсов для селекции инновационных сортов кормовых культур // Вестник Российской академии наук. – 2015. – Т. 85. – № 3. – С. 224–232.
2. Бекузарова С. А. Методы создания сортов лугопастбищного направления // Перспективы и особенности интеграционных процессов Северной и Южной Осетии. – Владикавказ : Владикавказский научный центр Российской академии наук, 2015. – С. 180–184.
3. Иванова О. Г., Юдина М. Т., Якименко М. В. Введение в культуру и перспективы использования бобовых трав в селекции северного экотипа // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2018. – № 5. – С. 65–70.
4. Гасиев В. И., Лущенко Г. В. Исходный материал для создания высокопродуктивных сортов эспарцета // Актуальные и новые направления в селекции и семеноводстве сельскохозяйственных культур. – Владикавказ : Горский государственный аграрный университет, 2017. – С. 142–144.
5. Грязева Т. В., Чесноков И. М. Оценка селекционного материала эспарцета на продуктивность // Зерновое хозяйство России. – 2015. – № 6. – С. 19–22.
6. Игнатьев С. А., Регидин А. А. Результативность селекции эспарцета на кормовую и семенную продуктивность // Зерновое хозяйство России. – 2018. – № 3 (57). – С. 49–52.

EVALUATION OF SELECTION SAMPLES OF SAINFOIN SANDI ON PRODUCTIVITY IN THE CONDITIONS OF STEPPE ZONE OF THE CENTRAL CHERNOZEM REGION

S. V. Saprykin, V. N. Zolotarev, R. M. Labinskaya, A. V. Chekmareva

In order to develop new varieties of sandy sainfoin in the conditions of the Central Chernozem region, the collection samples of this crop were evaluated according to the productivity of green mass and seeds, and the most valuable ones were selected for further selection.

Keywords: *sainfoin sandy (Onobrychis arenaria (Kit.) DS.), selection, source material, sample evaluation, productivity.*

УДК 633.352:631.531.02

Л3 — НОВЫЙ ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ОБРАЗЕЦ ВИКИ ОЗИМОЙ ДЛЯ УРАЛЬСКОГО И ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РЕГИОНОВ РОССИИ

Ю. С. Тюрин, доктор сельскохозяйственных наук
С. И. Костенко, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса»,
г. Лобня Московской области, Россия,
vniikormov@mail.ru

DOI: https://doi.org/10.33814/MAK-2021-25-73-41-44

Вика озимая мохнатая обеспечивает весной высокобелковым кормом животных на комплексах. Корм из этого растения прекрасно усваивается всеми домашними животными. Новый образец вики озимой мохнатой «Л3» превосходит по продуктивности зеленой массы, сухого вещества, по семенной продуктивности существующие сорта. По содержанию протеина этот гибрид не уступает большинству сортов. Он рекомендуется для двух регионов, но впоследствии районирование может быть расширено. Образец отличается также высокой зимостойкостью и засухоустойчивостью.

Ключевые слова: *вика мохнатая озимая, сорт, гибрид, продуктивность, зимостойкость, засухоустойчивость, анализы, качество, скороспелость, содержание протеина, семеноводство.*

Дикорастущая флора является неисчерпаемым источником новых форм для создания сортов различного направления. Причем формы природного происхождения отличаются, как правило, наличием комплекса признаков, обеспечивающих повышенную устойчивость к природным абиотическим и биотическим лимитирующим факторам внешней среды [1].

Эти формы могут иметь такие полезные для будущего сорта признаки, как устойчивость к местным, широко распространенным болезням, устойчивость к неблагоприятным зимним условиям, устойчивость к возвратным холодам или к осенним заморозкам, устойчивость к повышенной концентрации в почве ионов алюминия, которые обуславливают, в основном, токсичность кислых почв. Обычно в процессе селекции задачей селекционера является объединение в одном генотипе признаков устойчивости, характерных для диких форм, с высокой продуктивностью, которая свойственна культурным сортам [2].

Исследования проводились согласно заданию 150 Программы ФНИ Государственных академий наук на 2013–2020 гг. — «Фундамен-

тальные основы управления селекционным процессом создания новых генотипов растений с высокими хозяйственно ценными признаками продуктивности, устойчивости к био- и абиострессорам».

Почва участка дерново-подзолистая среднесуглинистая с содержанием 2,26 % гумуса, 62 мг/кг P_2O_5, 53 мг/кг K_2O, pHсол. — 5,9.

Опыты проводились согласно ранее опубликованным методическим указаниям [3; 4; 5]. Биохимические анализы проводились в лаборатории массовых анализов ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Математическая обработка проводилась согласно общепринятой методике (дисперсионный анализ) [6].

При создании образца вики озимой Л3 за основу был взят дикорастущий образец из поймы среднего течения реки Ока, который, кроме комплекса признаков по устойчивости к неблагоприятным факторам внешней среды, обладал и сравнительно неплохой продуктивностью.

Большинству дикорастущих форм обычно свойственно сравнительно низкое содержание протеина и наличие веществ, которые препятствуют перевариванию этих растений домашними животными, поэтому в ходе дальнейшей селекционной работы основное внимание уделялось повышению питательной ценности у ранее отобранной формы, повышению сбора сухого вещества, увеличению урожайности семян [6; 7; 8]. Практически все формы, выделенные в дикой природе, нуждаются в серьезной селекционной проработке по соединению в один генотип устойчивости ко многим факторам, что свойственно дикорастущим формам, и высокой продуктивности, которой отличаются селекционные сорта.

После окончания 9-летнего селекционного процесса была получена форма Л3, которая обеспечивала урожайность сухого вещества гибрида в 79 ц/га против 59 ц/га у стандарта при содержании сырого протеина 20 %.

В конкурсном сортоиспытании урожайность зеленой массы нового гибрида в смеси с рожью колебалась от 108 до 173 ц/га, превышение по сравнению с сортом-стандартом составило 27 ц/га. Сбор сухого вещества смеси колебался от 83 до 131 ц/га, при среднем значении 107 ц/га. У сорта-стандарта продуктивность сухого вещества смеси была 90 ц/га.

Урожайность семян нового гибрида за время конкурсного сортоиспытания (2017–2019 гг.) составила 18,1 ц/га, у стандарта — 14,8 ц/га, превышение — 22,3 %. Масса 1000 семян в среднем — 38 г, что способствует использованию существующих технологий семеноводства без внесения в них существенных изменений.

Гибрид Л3 проявил свои положительные качества в основном за счет генетически предопределенной высокой продуктивности и повышенной зимостойкости (свыше 90 % по сравнению с 80 % у стандарта).

Новый гибрид сравнительно устойчив к засухе, как к весенней, так и к осенней. Именно эта устойчивость предопределила регионы, в которых новый сорт будет рекомендоваться к возделыванию в первую очередь: Центрально-Черноземный и Уральский, так как в этих регионах одним из лимитирующих факторов успешного возделывания озимой вики является дефицит влаги в осенний и летний периоды.

Гибрид Л3 относится к раннеспелым сортам и предназначен для получения ранневесенней высокобелковой зеленой массы в кормовых севооборотах.

Предпочтительная зона для семеноводства нового гибрида озимой мохнатой вики Л3 — Центрально-Черноземный регион, где сравнительно мягкая зима будет способствовать лучшей перезимовке растений гибрида.

Новый гибрид отзывчив на повышение агрофона и, особенно, на внесение фосфорно-калийных удобрений.

Во время испытания отмечена повышенная устойчивость Л3 к основным заболеваниям вики мохнатой — аскохитозу, мучнистой росе, пероноспорозу, ржавчине и серой гнили, однако желательны агротехнические меры по снижению вреда от этих заболеваний — пространственная изоляция от других посевов, хороший агрофон, соблюдение севооборотов, борьба с сорняками.

Технология посева нового сорта, ухода и уборки, как зеленой массы, так и семян, аналогична принятой в зоне, что способствует успешному использованию нового сорта в большинстве хозяйств [9; 10].

Очень важным фактором успешного выращивания данного гибрида является срок посева, который устанавливается в каждой конкретной местности с учетом местных климатических особенностей.

Литература

1. Жученко А. А. Смена парадигм и методологии сельскохозяйственного природопользования как основа перехода к адаптивной системе земледелия // Адаптивное кормопроизводство. – 2010. – № 1. – С. 5–15.
2. Биогеоценотический подход — новая парадигма в селекционной стратегии кормовых растений / В. М. Косолапов, З. Ш. Шамсутдинов, Ю. М. Писковацкий, М. Ю. Новоселов, Ю. С. Тюрин, Э. З. Шамсутдинова // Российская сельскохозяйственная наука. – 2017. – № 4. – С. 35–38.
3. Методические рекомендации по первичному и элитному семеноводству вики мохнатой (озимой) / В. Н. Золотарев, Ю. С. Тюрин, И. В. Савченко. – М. : Россельхозакадемия, 2008. – 24 с.

4. Методические указания по селекции и первичному семеноводству многолетних трав / З. Ш. Шамсутдинов, А. С. Новоселова, М. А. Филимонов [и др.]. – М., 1993. – 112 с.
5. Тюрин Ю. С., Ермаков К. В. Создание исходного материала вики мохнатой (*Vicia villosa* Roth.) // Кормопроизводство: проблемы и пути решения. – Лобня, 2007. – С. 316–321.
6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М. : Книга по Требованию, 2012. – 352 с.
7. Сорта кормовых культур селекции ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса» / В. М. Косолапов, З. Ш. Шамсутдинов, С. И. Костенко, С. В. Пилипко, Ю. С. Тюрин, Ю. М. Писковацкий, М. Ю. Новоселов, Н. Н. Козлов, Н. И. Переправо, Л. Ф. Соложенцева, Г. В. Степанова, В. Л. Коровина, В. С. Клочкова, Л. В. Дробышева, Г. П. Зятчина, Р. Г. Писковацкая, О. А. Старшинова, А. М. Макаева, А. А. Шматкова, В. Т. Воловик [и др.]. – М., 2019. – 92 с.
8. Косолапов В. М., Костенко С. И., Пилипко С. В. Адаптивные сорта кормовых трав для экстремальных условий России // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 7. – С. 71–73.
9. Косолапов В. М., Костенко С. И. Селекция кормовых культур и продовольственная безопасность России: проблемы и пути решения // Кормопроизводство. – 2012. – № 10. – С. 24–26.
10. Тюрин Ю.С. Сохранение эколого-биологических свойств вики мохнатой Луговская 2 в процессе первичного семеноводства // Кормопроизводство. – 2007. – № 10. – С. 19–21.

L3 — A NEW INNOVATIVE VARIETY WINTER VETCH FOR THE URAL AND CENTRAL CHERNOZEM REGIONS OF RUSSIA

Yu. S. Tyurin,
S. I. Kostenko

Winter vetch, shaggy provides high-protein animal feed in the spring on complexes, food from this plant is perfectly absorbed by all domestic animals. The new variety of winter shaggy vetch "L3" surpasses the existing varieties in the productivity of green mass, dry matter, and seed productivity. In terms of protein content, this variety is not inferior to most varieties. The variety is recommended for two regions, but later zoning can be expanded. The variety is also characterized by high winter hardiness and drought resistance.
Keywords: *winter shaggy vetch, variety, productivity, winter hardiness, protein content, seed production, selection, drought resistance, analysis, quality, precocity.*

УДК 633.367.2:631.526.32

НОВЫЙ СОРТ УЗКОЛИСТНОГО ЛЮПИНА БЕЛОРОЗОВЫЙ 144

П. А. Агеева, кандидат сельскохозяйственных наук

ВНИИ люпина — филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», п. Мичуринский Брянской обл., Россия, lupin_mail@mail.ru

DOI: https://doi.org/10.33814/MAK-2021-25-73-45-49

Изложена характеристика нового кормового, среднеспелого сорта узколистного люпина. Продолжительность вегетационного периода — 88–103 дня. Средняя урожайность по зерну — 25–30 ц/га, потенциальная — 40 ц/га; по зеленоукосной продукции — 340–400 ц/га, потенциальная — до 600 ц/га. Содержание сырого протеина в зерне — 33,0–36,0 %, алкалоидов— 0,027–0,050 %.
Ключевые слова: *люпин узколистный, сорт, сортоиспытание, урожайность.*

Сорт узколистного люпина Белорозовый 144 получен методом межсортовой ступенчатой гибридизации с последующим многократным отбором среднеспелых, продуктивных растений. Исходные формы: [(ФЛП Чбс 9 × Узколистный 42) × Белозерный 110с/з]. Ботаническое определение: *Lupinus angustifolius* var. *albosyringeus*. Оригинатор — ФГБНУ ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», ВНИИ люпина. Авторы сорта: П. А. Агеева, Н. А. Почутина, Т. В. Яговенко. Сорт Белорозовый 144 внесен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. С 2019 г. сорт может возделываться в сельскохозяйственном производстве во всех регионах России. Патент № 10701 от 19.11.2019 г.

По люпину узколистному во ВНИИ люпина к настоящему времени создана серия яровых урожайных сортов: Витязь, Брянский кормовой, Белозерный 110, Смена и другие. Однако для реализации высокого потенциала продуктивности в условиях меняющегося климата эта культура нуждается в дальнейшем повышении потенциала ее адаптивности. Существенно повысить адаптивность, как средства реализации высокой продуктивности в различных почвенно-климатических и агротехнических условиях, можно только селекционным путем.

Сорт Белорозовый 144 (рис. 1) является кормовым, относится к универсальному типу использования в кормлении всех видов животных и птицы. Отличается интенсивным начальным ростом. По высоте растений превышает все ранее созданные сорта, имеет развитое боковое ветвление (индетерминантный морфотип), поэтому частично способен подавлять рост и развитие сорняков. Зерно в рационах рекомендуется

использовать в качестве высокобелковой добавки при нормализации концентрированных кормов по переваримому протеину; зеленая масса в смеси со злаковыми культурами — в качестве зеленой сочной подкормки и для приготовления силоса, силажа и зерносенажа.

Рис. 1. Сорт Белорозовый 144, фаза цветения

В ходе селекции этого вида люпина происходит накопление в генотипах мутантных неаллельных рецессивных генов, ускоряющих начальный рост растений. Селекционная работа при выведении сорта Белорозовый 144 была направлена на отбор растений с быстрым темпом начального роста, как наиболее приспособленных к агрофитоценозам. Посевы быстрорастущих сортов более полно используют почвенные факторы весеннего плодородия (влагу, питательные вещества, структурный и воздушный режимы и так далее), раньше затеняют поверхность почвы, создавая тем самым значительную конкуренцию сорнякам.

По высоте растений новый сорт превышает стандарт и ранее созданные сорта на 12–15 см (рис. 2).

Репродуктивные органы

Рис. 2. Сорт Белорозовый 144

Всходы имеют хорошо выраженную антоциановую окраску, стебель и листья также имеют следы антоциана. В период формирования репродуктивных органов антоциан нивелируется, и вегетативные органы приобретают обычную зеленую окраску. Цветок бело-розовый, семена белые с желтоватым оттенком, который проявляется вследствие тонкой оболочки семян. Среди проанализированных сортов узколистного люпина доля семенной оболочки сорта Белорозовый 144 является наименьшей и составляет 18,7 %.

Семена крупные, масса 1000 семян (абсолютный вес) на 32,9 г больше, чем у стандарта (таблица).

Сорт устойчив к растрескиванию бобов и осыпанию семян на корню, среднеустойчив к фузариозному поражению, толерантен к антракнозу. Как и для всех сортов узколистного люпина нашей селекции, ему достаточно одной профилактической обработки фунгицидом (Амистар, Спирит) в период стеблевание – бутонизация для надежной защиты от антракноза на всю последующую вегетацию. В экономическом и

организационном плане выгодно сочетать эту обработку с внесением инсектицида (баковая смесь), так как такие насекомые как тля, клубеньковый долгоносик, минирующая муха могут сильно повреждать узколистный люпин в начальные фазы развития.

Хозяйственно-биологическая характеристика сорта узколистного люпина Белорозовый 144 (2015–2017 гг.)

Показатели	Белорозовый 144	Витязь, стандарт	Отклонение от стандарта
Урожайность зерна, ц/га	25,1	21,0	+4,1
Урожайность зеленой массы, ц/га	346	280	+66
Вегетационный период, дни	95	87	+8
Урожайность сухого вещества зеленой массы, ц/га	63,8	51,7	+12,1
Укосный период, дни	62	55	+7
Содержание сырого протеина в зерне, %	33,7	34,7	–1,0
Содержание сырого протеина в сухом веществе зеленой массы, %	16,5	16,2	+0,3
Содержание алкалоидов в семенах, %	0,047	0,057	–0,01
Содержание алкалоидов в сухом веществе зеленой массы, %	0,021	0,022	–0,001
Масса 1000 семян, г	155,3	122,4	+32,9
Высота растений, см	67,7	53,0	+14,7

Продолжительность вегетационного периода в зависимости от погодных условий варьирует от 88 до 105 дней. Средний по трем годам показатель равен 96 дней — созревает позже стандарта, сорта Витязь, на 5–10 дней. За годы конкурсного сортоиспытания этот показатель составил восемь дней. Из-за происходящего потепления климата и изменения гидротермического режима новый сорт, в средней полосе России, созревает в середине августа в благоприятный для уборки период. Ранний срок уборки сорта позволяет выращивать Белорозовый 144 на семена или зернофураж в севообороте и использовать в качестве предшественника под озимые культуры.

Количественное содержание алкалоидов в семенах варьирует в диапазоне 0,027–0,053 %, в сухом веществе зеленой массы — 0,009–0,021 %, сырого протеина — 33,0–36,2 %. За годы многолетнего изучения по сорту Белорозовый 144 получена средняя урожайность зерна 25–30 ц/га, потенциальная — 40 ц/га; по зеленоукосной продукции — 340–400 ц/га, потенциальная — до 600 ц/га.

При передаче нового сорта в Государственную комиссию Российской Федерации по сортоиспытанию в конкурсном испытании Всероссийского научно-исследовательского института люпина получена сред-

няя урожайность зерна 25,1 ц/га. Прибавка к стандарту, сорту Витязь, равна 4,1 ц/га, что составило 19,5 %. Урожайность зеленоукосной продукции составила 346 ц/га, сухого вещества — 63,8 ц/га, превышение к стандарту — 66,0 и 12,1 ц/га соответственно. Количественное содержание алкалоидов в семенах равно 0,047 %, в сухом веществе зеленой массы — 0,021 %. За годы конкурсного испытания по зерновой и зеленоукосной продуктивности Белорозовый 144 превзошел стандарт на 15–20 %.

В экологическом испытании в рамках Всероссийского дня поля (Брянский ГАУ) на высокоплодородном фоне урожайность зерна по сорту Белорозовый 144 составила 39,5 ц/га. В этом опыте новый сорт превзошел по урожайности зерна все представленные различными научно-исследовательскими учреждениями кормовые сорта узколистного люпина на 2,6–9,8 ц/га. На Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции (Орловская область) в условиях жесткой засухи 2019 г. урожайность его зерна (24,0 ц/га) была на уровне лучших сортов сои и гороха. В НИИСХ Крыма при испытании в аридных условиях он превысил по урожайности зерна все районированные сорта узколистного люпина на 50–69 %.

Преимущества сорта Белорозовый 144 перед ранее районированными сортами узколистного люпина:

- зерновая и зеленоукосная продуктивность более высокая — на 15–20%;
- высота растений — выше на 14–15 см;
- крупносемянность — масса 1000 зерен больше на 30–40 г;
- антракноз — поражения не наблюдалось;
- темп начального роста — интенсивный;
- алкалоидность семян — низкая 0,03–0,05%.

Для реализации генетического потенциала продуктивности для сорта узколистного люпина Белорозовый 144 наиболее благоприятны почвенно-климатические условия европейской средней полосы России.

NEW NARROW-LEAFED LUPIN VARIETY BELOROZOVY 144

P. A. Ageeva

The article presents the description of a new feed middle-ripening narrow-leafed lupin variety. Its vegetation period takes 88–103 days. The average grain yield is 25–30 cwt/ha, the potential one — 40 cwt/ha. The average green mass yield is 340–400 cwt/ha, the potential one — to 6000 cwt/ha. The content of grain raw protein is 33.0–36.0%; the alkaloid content is 0.027–0.050%.

Keywords: *narrow-leafed lupin, variety, variety testing, yield.*

УДК 633.36/.37: 631.531/811.2/3

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА СЕМЕННЫХ ТРАВОСТОЯХ ЛЯДВЕНЦА РОГАТОГО

В. Н. Золотарев, кандидат сельскохозяйственных наук

ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса», г. Лобня Московской области, Россия, vniikormov@mail.ru

DOI: https://doi.org/10.33814/MAK-2021-25-73-50-58

На дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах Центрального Нечерноземья России со средней обеспеченностью подвижными формами фосфора и средним, близким к низкому содержанию, калия установлена высокая эффективность применения калийного удобрения совместно с фосфорным на семенных посевах лядвенца рогатого. Эффективными дозами фосфорно-калийных удобрений, обеспечивающими увеличение урожайности семян в первый год на 42–47 % и, по последействию, на второй год на 17–33 % является внесение $P_{30–60}K_{90–120}$.

Ключевые слова: *лядвенец рогатый (Lotus corniculatus L.), фосфорные и калийные минеральные удобрения, урожайность, семена, посевные качества.*

Преобладающая часть территории земель сельскохозяйственного использования в России характеризуется доминированием экстремальных факторов, что требует подбора культур и сортов с повышенным адаптивным потенциалом и стрессоустойчивостью [1]. Лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus* L.) является одной из ценных бобовых культур с высокими кормовыми и почвоулучшающими достоинствами, в первую очередь на менее плодородных, кислых почвах, где другие бобовые травы не формируют высоких урожаев [2; 3]. Несмотря на ряд преимуществ, большого хозяйственного распространения в кормопроизводстве России эта культура до сих пор не имеет, что связано с дефицитом семян из-за низкой урожайности, обусловленной недостаточной разработанностью приемов агротехники возделывания [3]. В настоящее время коммерческий оборот сертифицированных «Россельхозцентром» семян лядвенца рогатого на официальном рынке страны составляет около 37 т, что более чем в десять раз меньше научно обоснованных объемов от потребности производства в посевном материале этой культуры [4].

Величина урожайности сельскохозяйственных культур в каждый конкретный год определяется взаимодействием комплекса факторов: природно-климатическими и метеорологическими условиями текущих вегетационных сезонов, технологиями возделывания, продукционным потенциалом возделываемых сортов, а также почвенным плодородием.

Экономически эффективное функционирование агроэкосистем, способных обеспечить получение высокой продуктивности, базируется на сохранении почвенного плодородия. В Центральном Нечерноземье преобладают дерново-подзолистые почвы с естественным невысоким плодородием. При возделывании сельскохозяйственных культур для получения продукции происходит постоянный безвозвратный вынос растениями с урожаем основных элементов питания из почвы, что без применения соответствующих компенсирующих доз минеральных удобрений не позволяет достигать высокой продуктивности возделываемых культур. Процесс обеспечения питания растений относится к антропогенно регулируемым факторам, обеспечивающим получение стабильно высоких урожаев семян с высокими посевными качествами. Общий запас питательных веществ в почве характеризует лишь ее потенциальное плодородие. Для оценки эффективного плодородия и способности почвы обеспечивать формирование высокой урожайности сельскохозяйственных культур определяющее значение имеет содержание питательных веществ в доступных для растений формах. В современном земледелии усиливаются процессы снижения плодородия почв, связанные с нерациональным использованием пашни и сокращением применения средств химизации. Поэтому за основу повышения эффективного плодородия почвы и урожайности растений принимают использование севооборотов и систему удобрений [5]. С внесением минеральных удобрений компенсируется часть потерь питательных веществ, выносящихся из почвы с урожаем, однако структурность почвы существенно не меняется. В этих условиях необходимыми факторами роста почвенного плодородия выступают, прежде всего, многолетние травы [6].

Лядвенец, как и все бобовые культуры, предъявляет повышенные требования к обеспеченности почвы фосфором и калием. При недостатке этих элементов образуется мало клубеньков, снижается азотфиксирующая способность, зимостойкость и продуктивность [7]. На дерново-подзолистых почвах при возделывании многолетних бобовых трав в связи с большим потреблением ими калия для формирования надземных органов наблюдается выраженный отрицательный баланс по этому элементу [8]. Для формирования урожая бобовые растения из минеральных удобрений значительно больше используют калий, чем фосфор (в три раза) [9; 10]. Основным положением об актуальности поддержания плодородия почв для обеспечения высокого уровня и условием для систематического роста урожаев является классический постулат о необходимости постоянного возвращения в почву не менее 80 % калия от его выноса [11]. На дерново-подзолистых почвах со средней обеспеченностью подвижными формами калия и высокой — фосфором внесение $K_{60–90}$ приводило к повышению сбора сухой массы лядвенца на 14–

20 % [12]. Роль калия в питании растений хорошо известна: он способствует образованию АТФ, повышению устойчивости растений к стрессам, активизирует процесс фиксации азота бобовыми культурами [13].

Возделывание лядвенца без применения удобрений на светло-серой лесной среднесуглинистой среднекислой почве при средней обеспеченности пахотного горизонта калием приводило к снижению его содержания. Внесение K_{60} не обеспечивает бездефицитного баланса этого элемента, что лимитирует рост урожайности лядвенца. Внесение калия в дозах 120 и 180 кг/га д. в. вело уже к положительному его балансу: наблюдалось постепенное повышение содержания доступных растениям форм K_2O в почве. Однако сопоставление обеспеченности почв этим элементом и фосфором свидетельствует о дисбалансе этих элементов питания [7]. Без внесения фосфорных удобрений содержание P_2O_5 в почве снизилось на 66 мг/кг, а при внесении их в дозе P_{40} — на 18 мг/кг, и только начиная с дозы P_{60} идет накопление в почве этого элемента за счет роста группы минеральных фосфатов [14]. Несмотря на то, что растения лядвенца способны поглощать фосфор более эффективно, чем другие кормовые бобовые травы, когда фосфор почвы доступен в небольших количествах, повышение содержания химически доступного фосфора в почве при внесении удобрений положительно и достоверно коррелировало с увеличением концентрации этого элемента в корнях, их биомассой и в целом продуктивностью растений лядвенца [15–17].

Лядвенец рогатый отзывчив на применение фосфорно-калийных удобрений, эффект от использования которых выражается в улучшении основных элементов структуры, увеличении семенной продуктивности и посевных качеств семян [18; 19; 20]. При этом эффективные дозы удобрений определяются в зависимости от почвенно-климатических условий, уровня плодородия конкретных полей, содержания основных элементов питания в почве и их доступности, а также сортовых особенностей лядвенца рогатого. Так, например, совместное внесение минеральных удобрений на светло-серой лесной почве с высоким содержанием фосфора и средним — калия в дозе $P_{40}K_{60}$ способствовало увеличению урожайности лядвенца рогатого [7]. При отсутствии или очень низком уровне поступления элементов питания с удобрениями баланс их в почве характеризуется большой напряженностью. При этом по мере истощения почв ухудшается развитие растений, ведущее к снижению их продуктивности [21].

Цель исследований — изучить эффективность применения фосфорно-калийных удобрений и определить их оптимальные дозы внесения на семенных травостоях лядвенца рогатого сорта Дединовский на дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах Центрального Нечер-

ноземья России со средней обеспеченностью подвижными формами фосфора и средней, близкой к низкой — калия.

Методика. Опыт закладывали в Московской области на опытном поле ОХ «Ермолино» Дмитровского района на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве с содержанием в пахотном слое (18–20 см) на 100 г сухой почвы подвижных форм фосфора (по Кирсанову) — 9,6–10,0 мг, обменного калия (по Масловой) — 8,3–9,0 мг; гумуса — 1,57–1,63 %; общего азота — 0,14–0,17 %; реакция почвенного раствора слабокислая, рНсол — 5,1–5,2. Фосфорные и калийные удобрения (суперфосфат простой гранулированный — 18 % P_2O_5) и хлористый калий (63 % K_2O) вносили согласно схеме опыта в системе допосевной обработки почвы. Посев лядвенца — раннелетний беспокровный. Семена перед посевом инокулировали специфичным штаммом клубеньковых бактерий. Травостой первого года жизни подкашивали в середине второй декады августа с удалением зеленой массы с поля. На второй и третий годы травостои опрыскивали общим фоном борной кислотой (500 г/га д.в.) в фазу бутонизации–начала цветения лядвенца.

Учеты и наблюдения осуществляли в соответствии с «Методическими указаниями по проведению исследований в семеноводстве многолетних трав». Площадь одной делянки составляла 40 м^2, повторность четырехкратная, размещение делянок по повторностям рендомизированное. Для анализа структуры отбор снопов производили на типичном травостое на площадках по 0,25 м^2 в четырехкратной повторности. Сбор семян проводили путем прямого обмолота со всей учетной площади делянки комбайном Sampo 130 с предварительной десикацией травостоя десикантом контактного действия Реглон в дозе 4–5 л/га при созревании 70–80 % бобов. Во фракцию спелых бобов по цвету объединяли желто-коричневые, золотисто-коричневые, коричневые, бурые, темно-бурые с полностью созревшими семенами преимущественно темно-коричневого цвета и от полутвердой до твердой консистенции. Урожайность определяли измерительно-весовым методом. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили методом дисперсионного анализа на основании методики Б. А. Доспехова (1985) на ПЭВМ с использованием группы пакета приложений Microsoft Offise Word 2007.

Результаты и обсуждение. Исследования показали, что внесение минеральных удобрений на почвах со средней обеспеченностью подвижными формами фосфора и средней, близкой к низкой калием способствовало лучшему развитию растений — отмечалось более интенсивное их кущение. В результате этого количество побегов в травостое увеличилось с 404 до 536 шт./м^2 при самых высоких дозах фосфора и калия, в том числе генеративных с 266 до 330 шт./м^2 (табл. 1). Наряду с этим вследствие действия фосфорно-калийных удобрений было заре-

гистрировано улучшение и других основных элементов структуры семенного травостоя лядвенца рогатого первого года пользования, отмечалось увеличение количества сформировавшихся бобов с 2,46 до 3,40 тыс. шт./м^2, обсемененности бобов с 12,9 до 15,9 шт., в том числе выполненных семян с 10,1 до 12,8 шт.

1. Влияние внесения фосфорно-калийных удобрений на формирование урожайности семян лядвенца рогатого первого года пользования (в среднем по двум закладкам)

Дозы удобрений, кг/га д. в.	Количество побегов, шт./м^2		Количество бобов, тыс. шт./м^2		Количество семян в бобе, шт.		Урожайность семян, кг/га
	всего	в т. ч. генеративных	всего	в т. ч. зрелых	всего	в т. ч. выполненных	
Контроль	404	266	2,46	1,92	12,9	10,1	176
P_{60}	415	280	2,57	2,02	13,4	11,0	188
K_{90}	460	300	2,98	2,29	15,0	12,4	220
$P_{30}K_{30}$	413	268	2,56	2,02	12,9	11,0	190
$P_{30}K_{60}$	476	298	2,96	2,30	13,0	12,2	222
$P_{30}K_{90}$	503	314	3,18	2,44	15,4	12,0	250
$P_{30}K_{120}$	509	330	3,40	2,54	15,6	12,2	258
$P_{60}K_{30}$	432	284	2,66	2,18	13,4	11,2	202
$P_{60}K_{60}$	474	312	3,05	2,37	14,0	12,2	239
$P_{60}K_{90}$	506	320	3,14	2,50	15,9	12,7	262
$P_{60}K_{120}$	536	326	3,32	2,58	15,4	12,8	260
$НСР_{05}$	45,8	24,7	0,22	0,19	—	—	19,8

Наиболее выраженным было действие калийного удобрения. При этом эффект проявлялся как при его моновнесении, так и совместно с суперфосфатом. Применение K_{90} на фоне естественного уровня плодородия способствовало увеличению количества генеративных побегов на 13 %, числа бобов на один стебель с 9,2 до 9,9 шт. при одновременном росте их обсемененности на 16 %, что приводило к повышению сбора семян на 25 % по сравнению с контролем (табл. 1). Внесение только одного суперфосфата в дозе P_{60} при тенденции улучшения показателей структуры и посевных качеств семян не обеспечило получения значимой прибавки урожайности лядвенца.

Сравнительный анализ эффективности совместного использования калийного и фосфорного удобрений показал, что достоверная прибавка сборов семян лядвенца в пределах 26–48 % была получена в интервале доз $K_{60–120}$ как на фоне P_{30}, так и P_{60}. При этом с увеличением фоновой дозы фосфорного удобрения с 30 до 60 кг/га д. в. отмечалось повышение эффективности совокупного действия этих элементов. По сравнению с продуктивностью лядвенца при использовании $P_{30}K_{60–90}$

урожайность семян при внесении $P_{60}K_{60–90}$ была выше на 5–8 % (табл. 1). Чем выше обеспеченность растений доступным калием, тем в большей степени фосфорные удобрения усиливают использование этого элемента из почвы и удобрений при одновременном повышении потребления и фосфора, то есть проявляется синергический эффект [22]. В нашем опыте при внесении $P_{60}K_{30}$ урожайность семян лядвенца была на 8 % больше по сравнению с применением только одного P_{60}, а при более высокой дозе ($P_{60}K_{60}$) эффективность увеличилась уже на 27 %.

Применение фосфорно-калийных удобрений способствовало улучшению посевных качеств семян, отмечалось повышение массы их 1000 штук на 5–14 %.

После внесения фосфорно-калийных удобрений в первый год они используются растениями только частично и определенная их часть накапливается в почве. На разных почвах эффект от применения калия, в том числе под многолетними травами, сохраняется до трех лет [21; 23; 24]. На последействии калия базируется агротехнический прием внесения калийных удобрений в «запас» на несколько лет (обычно на три года). Однако при применении невысоких ($K_{30–60}$) доз калийных удобрений период их последействия на среднесуглинистой почве не превышает один–два года [24]. Среднегодовое применение фосфорных удобрений в дозе 20 и 40 кг/га д. в. также недостаточно для сохранения содержания и фосфора в почве [23]. Длительность последействия фосфорных удобрений на разных типах почв составляет от четырех до шести лет [21; 24]. Из фосфорных удобрений в первый год используется только около 20–25 %, а за два–три последующих года — примерно еще 40 % P_2O_5, то есть снижение содержания подвижных фосфатов наиболее резко происходит в течение первых двух–трех лет [25]. При этом при внесении фосфорных удобрений неиспользованные растениями фосфаты переходят в наиболее растворимые фракции фосфатов кальция и используются растениями по мере необходимости.

Изучение последействия удобрений на семенном травостое лядвенца рогатого второго года пользования показало, что применение калийного удобрения только в дозах $K_{90–120}$ на фоне $P_{30–60}$ за счет большего количества образовавшихся бобов, на 8–18 %, в том числе зрелых на 11–23 %, и их обсемененности на 17–21 % позволило получить достоверную прибавку сборов семян, на 17–33 % по отношению к контролю (табл. 2). При этом масса 1000 семян также превосходила на 8–11 % массу 1000 семян, полученных без применения удобрений. При использовании только одного K_{90} или $P_{30–60}K_{60}$ по последействию отмечалось лучшее развитие растений лядвенца и достоверное увеличение их кустистости на 12–16 %, в том числе продуктивных побегов на 6–11 %, а также определенное увеличение основных показателей структуры: об-

щего количества бобов (на 6–10 %) и их обсемененности (на 8–13 %). Однако вследствие недостаточной разницы числа вызревших бобов и выполненных семян в них не позволили получить значимой прибавки урожая семян по последействию применения K_{90} или $P_{30–60}K_{60}$.

2. Влияние последействия фосфорно-калийных удобрений на формирование урожайности семян лядвенца рогатого второго года пользования (в среднем по двум закладкам)

Дозы удобрений, кг/га д. в.	Количество побегов, шт./м^2		Количество бобов, тыс. шт./м^2		Количество семян в бобе, шт.		Урожайность семян, кг/га
	всего	в т.ч. генеративных	всего	в т.ч. зрелых	всего	в т.ч. выполненных	
Контроль	332	246	2,28	1,88	10,9	9,8	168
P_{60}	350	257	2,32	1,98	11,4	9,8	176
K_{90}	372	273	2,46	2,00	12,3	10,2	179
$P_{30}K_{30}$	342	248	2,24	1,91	10,4	9,7	156
$P_{30}K_{60}$	375	262	2,41	1,94	11,8	10,0	171
$P_{30}K_{90}$	394	270	2,62	2,09	12,8	10,6	196
$P_{30}K_{120}$	406	282	2,68	2,14	12,8	11,0	212
$P_{60}K_{30}$	340	255	2,36	1,90	11,4	9,6	168
$P_{60}K_{60}$	384	273	2,50	2,00	12,2	10,2	186
$P_{60}K_{90}$	402	282	2,70	2,29	12,8	11,2	221
$P_{60}K_{120}$	414	297	2,75	2,31	13,2	11,2	223
$НСР_{05}$	33,9	23,2	0,204	0,184	—	—	18,4

Таким образом, в системе факторов, объективно влияющих на развитие растений, формирование структуры травостоя и семенную продуктивность лядвенца рогатого на дерново-подзолистых среднесуглинистых слабокислых почвах Центрального Нечерноземья России со средней обеспеченностью подвижными формами P_2O_5 и средней, близкой к низкой — K_2O разовое внесение фосфорно-калийных минеральных удобрений является эффективным агроприемом, способствующим повышению урожайности семян на травостоях первого–второго года пользования. Эффективными дозами применения фосфорно-калийных удобрений, обеспечивающих увеличение урожайности семян в первый год на 42–47 % и, по последействию, на второй год на 17–33 % являются дозы $P_{30–60}K_{90–120}$. Использование РК удобрений более эффективно при совместном их внесении за счет проявления синергического эффекта. При выборе дозы регуляторные возможности отдельных видов удобрений целесообразно использовать дифференцированно с учетом почвенного плодородия и выноса элементов с урожаем.

Литература

1. Косолапов В. М., Костенко С. И. Селекция кормовых культур и продовольственная безопасность России: проблемы и пути решения // Кормопроизводство. – 2012. – № 10. – С. 24–26.
2. Гриц Н. В., Лебедева А. Ю. Анализ использования лядвенца рогатого и люцерны изменчивой в формировании кормовой базы Нечерноземной зоны // Инновационные подходы к развитию науки и производства регионов : сб. науч. тр. по материалам Национальной науч.-практ. конф. – Тверь : Тверская ГСХА, 2019. – С. 115–117.
3. Золотарев В. Н. Биологические особенности плодообразования и формирования урожая семян лядвенца рогатого (*Lotus corniculatus* L.) // Адаптивное кормопроизводство. – 2020. – № 1. – С. 30–44. DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2020-1-30-44.
4. Золотарев В. Н. Биологическое обоснование способов уборки семенных травостоев лядвенца рогатого // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. тр. Вып. 22 (70). – М. : ООО «Угреша Т», 2020. – С. 78–90. DOI: 10.33814/МАК-2020-22-70-78-90.
5. Синеговская В. Т., Наумченко Е. Т. Система удобрений как средство воспроизводства плодородия почвы и стабилизации продуктивности полевого севооборота // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2020. – № 1. – С. 38–41.
6. Бабков Г. Н. Плодородие почв, интенсификация производства, урожайность сельскохозяйственных культур // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. – 2012. – № 2 (38). – С. 87.
7. Терехов М. Б., Махалов Р. М., Родыгина Н. В. Эффективность применения минеральных удобрений при последействии разового известкования на продуктивность лядвенца рогатого и содержание форм фосфора и калия в почве // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2016. – № 3. – С. 28–34.
8. Эседуллаев С. Т. Формирование моделей продуктивности козлятника восточного на дерново-подзолистых почвах Центрального района Нечерноземной зоны // Владимирский земледелец. – 2010. – № 3 (53). – С. 19–22.
9. Булатова Н. В., Регорчук Н. В. Плодородие дерново-подзолистой почвы и урожайность многолетних трав при длительном применении минеральных удобрений на фоне известкования // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2017. – № 5 (60). – С. 28–32.
10. Боровик А. А., Радовня В. А., Аляпкин А. В. Влияние удобрений на вынос с урожаем элементов питания и накопление в почве корневой массы галеги восточной // Почвоведение и агрохимия. – 2011. – № 1 (46). – С. 259–265.
11. Прянишников Д. Н. Избранные сочинения. Т. 1. Агрохимия. – М. : Колос, 1952. – 735 с.
12. Кузнецова С. Н. Воздействие минеральных удобрений на продуктивность бобовых трав в одновидовом посеве // Конкурентоспособность и инновационная активность АПК регионов : сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф. – Тверь : Тверская ГСХА, 2018. – С. 28–30.
13. Осипова Д. Н., Иванова С. Е., Соколова Т. А. Калийное состояние и минералогический состав илистой фракции обыкновенных черноземов при внесении разных доз калийных удобрений // Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение. – 2016. – № 2. – С. 11–17.
14. Махалов Р. М., Гувеннов А. И. Влияние последействия различных доз известкования и длительного применения минеральных удобрений на агрохимические свойства светло-серой лесной почвы и урожайность лядвенца рогатого // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – № 2 (45). – С. 32–37.

15. Acuña H. Response to phosphorus, potassium and sulphur application on the productivity of *Lotus* spp. in two soil groups of central Chile // *Lotus* Newsletter. – 2008. – T. 38. – Pp. 1–6.
16. Castillo C., Acuña H., Zagal E., & Inostroza L. Phosphorus absorption and use efficiency by *Lotus* spp. under water stress conditions in two soils: A pot experiment // Chilean journal of agricultural research. – 2013. – T. 73. – № 1. – Pp. 31–40. Doi.org/10.4067/S0718-58392013000100005.
17. Boschetti N. G., Quintero C. E., Giuffre L. Phosphorus fractions of soils under Lotus corniculatus as affected by different phosphorus fertilizers // Biology and fertility of soils. – 2009. – T. 45. – № 4. – Pp. 379–384. Doi.org/10.1007/s00374-008-0341-z.
18. Stevanovic P., Vuckovic S., Popovic V. et al. Influence of the mineral fertilization at morphological and productive characteristics of the *Lotus corniculatus* on pseudogley // Wulfenia, Austria. – 2015. – T. 22. – № 10. – Pp. 190–204.
19. Tomic D., Stevovic V., Djurovic D. et al. Uticaj kalcizacije zemljišta na prinos krme i semena Žutog zvezdana (*Lotus corniculatus* L.) (Effect of Soil Liming on the Forage and Seed Yield of Birdsfoot Trefoil (*Lotus corniculatus* L.) // "XIX SAVETOVANJE O BIOTEHNOLOGIJI" Zbornik radova, Vol. 19 (21). – 2014. – Pp. 346–351.
20. Влияние известкования и минеральных удобрений на урожайность лядвенца рогатого / М. Б. Терехов, О. Б. Терехова, Н. В. Родыгина, Г. И. Капитанова, Р. М. Махалов // АгроЭкоИнфо. – 2018. – № 2 (32). – С. 4.
21. Лапа В. В., Ивахненко Н. Н., Грачева А.А. Длительность последействия остаточных количеств фосфорных и калийных удобрений // Почвоведение и агрохимия. – 2014. – № 1 (52). – С. 136–149.
22. Павлов К. В. Синергизм фосфора и калия при удобрении райграса // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2005. – № 1. – С. 39–41.
23. Моторин А. С. Последействие минеральных удобрений на торфяных почвах под многолетними травами в условиях Западной Сибири // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 3 (77). – С. 20–24.
24. Якименко В. Н. Действие и последействие калийных удобрений в полевом опыте на серой лесной почве // Агрохимия. – 2015. – № 4. – С. 3–12.
25. Кирпичников Н. А., Адрианов С. Н. Действие и последействие фосфорных удобрений на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве при различной степени известкования // Агрохимия. – 2007. – № 10. – С. 14–23.

EFFICIENCY OF FERTILIZER APPLICATION ON SEED STANDS OF BIRDSFOOT TREFOIL

V. N. Zolotarev

On sod-podzolic medium-loamy soils of the Central Non-Chernozem region of Russia with an average availability of mobile forms of phosphorus and an average close to low potassium content, high efficiency of using potash fertilizer together with phosphorus on birdsfoot trefoil seed crops was established. Effective doses of phosphorus-potassium fertilizers, providing an increase in seed yield in the first year by 42–47% and, according to the aftereffect, in the second year by 17–33%, are the application of $P_{30–60}K_{90–120}$.

Keywords: *Birdsfoot trefoil (Lotus corniculatus L.), seed herbage, phosphoric and potash mineral fertilizers, yield, seeds, sowing qualities.*

УДК 633.21:631.52:581:14

ОЦЕНКА КОРМОВЫХ ДОСТОИНСТВ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ПОЛЕВИЦЫ

Н. С. Малюженец, кандидат сельскохозяйственных наук
Н. Н. Козлов, кандидат сельскохозяйственных наук
Е. Е. Малюженец, кандидат сельскохозяйственных наук
Т. В. Козлова

ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса», г. Лобня Московской области, Россия, nnkozlov@rambler.ru

DOI: https://doi.org/10.33814/MAK-2021-25-73-59-66

Изучены особенности проявления, изменчивости и взаимосвязи показателей качества корма у 27 генотипов, относящихся к трем видам полевиц. Выявлены значительные уровни генотипической изменчивости по содержанию сырого жира, сырого протеина, золы, фосфора и калия. Принимая во внимание низкий уровень изменчивости, в зависимости от погодных условий выращивания рекомендуется при отборе обращать внимание на содержание сырого жира, сырой клетчатки и высоту растений. Генотипическую дивергенцию генотипов при подборе родительских пар для гибридизации рекомендуется определять методами кластерного анализа.
Ключевые слова: *полевица, изменчивость, коллекция, содержание жира, протеина, клетчатки.*

Из широкого разнообразия видов и форм рода *Agrostis* (более 150 видов) в селекции используется сравнительно небольшое их количество. Наиболее окультуренными являются полевица гигантская, полевица тонкая и полевица побегообразующая.

Полевица гигантская — *Agrostis alba var. gigantea* Roth (2n = 6x = 42), сокращенно *A. gigantea* Roth, — гексаплоидный, многолетний злак озимого типа развития. Мощная мочковатая корневая система с коротким корневищем обеспечивает развитие вегетативных побегов, которые, в свою очередь, способны к укоренению и ежегодному возобновлению путем закладки собственных узлов кущения. Новые узлы кущения дают начало следующим поколениям побегов, что увеличивает число генеративных побегов и площадь разрастания куста. Высота генеративных побегов достигает 120 см и более при большом количестве боковых укороченных вегетативных побегов высотой 20–30 см, которые образуют рыхлую дерновину. Метелка розового цвета с лиловым оттенком, во время цветения раскидистая, длиной до 25–27 см Колоски двухцветковые, мелкие. Семена блестящие серовато-бронзового цвета, хранятся 7–8 лет и более. Масса тысячи семян — 0,12–0,15 г.

Большинство селекционных сортов России относятся к высокорослым формам *Agrostis alba var. gigantea* Roth., имеющим более высокое и равномерное расположение листьев на стебле по сравнению с низовыми злаковыми травами. Длина листа достигает 25–30 см и ширина 10–12 мм.

Растения полевицы гигантской хорошо приспособлены к влажным условиям лесной и лесостепной зон, предпочитая поймы рек, низинные луга, влажные суходолы, осушенные торфяники, и используются для заготовки сена. В 100 кг сена содержится 58,2 корм. ед. и 5 кг переваримого протеина. Сено полевицы гигантской, наряду с сеном тимофеевки луговой, овсяницы луговой, мятлика лугового, относится к злакам первого класса и хорошо поедается всеми видами животных при скашивании до начала цветения. Средняя урожайность сена — 30–40 ц/га.

Полевица тонкая (обыкновенная, волосовидная) — *Agrostis tenuis* Sibth. (2n = 4x = 28) — многолетнее низовое рыхлодерновинное растение с укороченным корневищем. Встречается на суходольных и пойменных лугах, полянах, опушках, вдоль дорог на бедных, умеренно влажных подзолистых почвах. Иногда образует чистые заросли или доминирует на пустошных лугах, что мы наблюдали в Заволжье в районе Горьковского водохранилища Нижегородской области [1]. Массовый пастбищный злак бедных почв России. Полевица тонкая, волосовидная относится к кормовым травам второго класса. Урожайность сена — 25–30 ц/га. Возобновление и распространение преимущественно семенное. К концу первого вегетационного периода начинает куститься, образуя 7–8 боковых побегов, отходящих под острым углом. На второй год жизни растения дают генеративные побеги высотой до 60–70 см. В условиях Подмосковья цветет во второй половине июня после полудня. Метелки красновато-розового цвета длиной до 15 см. Семена блестящего светло-серого серебристого цвета с массой тысячи семян 0,12–0,15 г. Полевица тонкая рекомендуется для посева в смеси с другими травами при создании пастбищ, газонов, для освоения пустошей, для задернения насыпей и рекультивации земель.

Полевица побегообразующая или столонообразующая — *Agrostis stolonifera* L. (2n = 4x = 28) — многолетний рыхлодерновинный вид, образующий многочисленные полегающие, часто стелющиеся побеги высотой от 15 до 50 см. Побеги многократно укореняются в узлах стебля, что способствует формированию новых растений. Корневая система неглубокая, плохо переносит засуху.

Светло-зеленая окраска растений имеет привлекательный вид, что используется при создании партерных газонов. Переносит затенение, формирует состоящий из двух–трех ярусов низкий, густой ковер. Метелка белесого цвета длиной 8–12 см, до и после цветения сжатая. Лист

короткий — 4–6 см, шириной 2–4 мм. В качестве кормового растения рекомендуется на пастбищах сырых почв, как закрепитель песчаных берегов водоемов. В смеси с другими травами используют для залужения под деревьями в саду и для создания низкорослых газонов.

С целью выявления перспективного материала для селекции нами проведена оценка изменчивости основных показателей корма у трех видов полевицы из набора коллекционных образцов отечественной и зарубежной селекции и дикорастущих образцов, собранных экспедициями лаборатории генетических ресурсов кормовых растений ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса».

Материал и методика. Проведено изучение 27 генотипов полевицы, в том числе девяти генотипов полевицы гигантской — ВИК 2 и Чара (ВНИИ кормов), Рожновски и Кемекес (Чехословакия) и три индивидуальных отбора из образца Рожновски и два индивидуальных отбора из образца Кемекес; 12 генотипов полевицы тонкой — Хайленд (Германия), А.Т. 127, А.Т. 130, А.Т. 134 (Карелия), индивидуальные отборы А.Т. 127/5, А.Т. 130/7, А.Т. 134/9/1, А.Т. 134/9/3, Поседкинская (Подмосковье), Бирюли (Беларусь), К-43896 (Норвегия), индивидуальный отбор из К-43896/1; шести генотипов полевицы побегообразующей — Кроми (Дания), Кармен и Проминент (Голландия), Сеусиде (США), дикорос № 170 из поймы р. Ока и дикорос № 181 из поймы р. Печора. Исследование проводили в течение 10 лет: с 2009 по 2019 гг.

Материал по каждому генотипу высевали в кассеты для получения рассады, которую высаживали в поле индивидуально с площадью питания 45 × 45 см на двухрядковых делянках в трехкратной повторности; также проводили сеялочные посевы на делянках площадью 5 м^2 в двукратной повторности с нормой высева 4 кг/га.

Проявление признаков фиксировали по методике ВНИИ кормов [2]. Отбор проб для химического анализа проводили в фазу полного выметывания–начала цветения. Химический анализ образцов проводили в лаборатории физико-химических методов исследований ВНИИ кормов согласно ГОСТ [3].

Статистическую обработку данных с использованием дисперсионного, корреляционного и кластерного анализов проводили на ПК по программе «Статистика 6».

Результаты и обсуждение. При оценке питательной ценности корма учитывают содержание сухого вещества, сырого и переваримого протеина, сырой клетчатки, золы, фосфора, кальция и энергии. Особое внимание уделяют содержанию сухого вещества, обменной энергии и сырого протеина. В 1 кг сена многолетних трав содержится 0,5 корм. ед. и от 16 до 21 % сырого протеина в сухом веществе бобовых трав и от 9

до 14 % белка в сухом веществе злаковых трав (до 14 % у тимофеевки и костреца безостого, до 13 % у овсяницы луговой).

В таблице приведен анализ генотипической и экологической изменчивости признаков качества корма у разных видов полевиц.

Анализ изменчивости содержания сухого вещества у изучаемых видов полевицы в фазу полного выметывания–начала цветения показывает слабый уровень варьирования. Коэффициенты генотипической изменчивости составляли: CVg = 6,51 % для полевицы гигантской, CVg = 7,36 % для полевицы тонкой и CVg = 6,25 % для полевицы побегообразующей, что указывает на слабое разнообразие данного признака у имеющегося набора образцов. Аналогичные результаты выявлены и при анализе содержания сырой клетчатки: CVg = 8,28 % у *A. gigantea* Roth, CVg = 5,70 % у *A. tenuis* Sibth. и CVg = 4,99 % у *A. stolonifera* L., что свидетельствует о низкой перспективе отбора по этим признакам и о необходимости поиска и привлечения нового перспективного селекционного материала.

Изучение содержания сырого жира выявило более широкий размах изменчивости: у полевицы тонкой CVg = 16,95 % (lim. 1,84–2,99), полевицы гигантской CVg = 14,47 % (lim. 1,87–2,84) и слабое варьирование CVg = 9,73 % (lim. 1,98–2,57) у полевицы побегообразующей.

Схожие результаты отмечены по содержанию протеина: для полевицы тонкой CVg = 16,90 % (lim. 4,25–7,19), для полевицы гигантской CVg = 12,75 % (lim. 5,43–7,31) и CVg = 11,93 % (lim. 4,75–6,68) у полевицы побегообразующей.

Изменчивость показателей содержания жира и содержания протеина указывает на умеренную перспективность селекции на их повышение. Также имеют перспективу незатронутые до сих пор селекцией показатели содержания фосфора и калия, коэффициенты генотипического варьирования которых достигали 15–17 %.

Низкий уровень изменчивости отмечен по признаку продолжительности периода отрастание–выметывание у всех изучаемых видов полевиц, коэффициент генотипической вариации которых колебался в пределах CVg = 7,52–9,58 %.

Высокую изменчивость показал признак «высота растений» у полевицы тонкой (CVg = 11,53 %) и полевицы побегообразующей (CVg = 14,08 %), что указывает на перспективность отбора по этому признаку.

При анализе корреляционной зависимости у полевицы выявлена положительная связь между содержанием сырого жира и сырого протеина (r = 0,57), а также с содержанием золы и фосфора (r = 0,59 и r = 0,58 соответственно). Отрицательная зависимость выявлена по содержанию сухого вещества и сырой клетчатки (r = –0,46) и содержанию сырого жира (r = –0,29).

Таблица. Генотипическая и экологическая изменчивость признаков качества корма у разных видов полевиц

Виды полевиц	Параметры	Содержание, %							Отрастание–выметывание, дни	Высота растения, см
		сухого вещества	сырой клетчатки	сырого жира	сырого протеина	сырой золы	фосфора	калия		
Agrostis gigantea Roth	$\bar{X}$	39,64	29,36	2,35	6,21	0,91	0,19	1,11	54	100
	min	36,83	24,50	1,87	5,43	0,86	0,17	0,87	51	90
	max	45,56	32,11	2,84	7,31	1,17	0,22	1,28	62	115
	CVg,%	6,51	8,28	14,47	12,75	13,03	9,47	11,89	7,96	8,89
Agrostis tenuis Sibth.	$\bar{X}$	39,13	26,31	2,36	6,12	0,98	0,19	1,09	52	71
	min	36,81	25,54	1,84	4,25	0,68	0,15	0,80	48	60
	max	45,80	31,98	2,99	7,19	1,15	0,22	1,36	60	85
	CVg,%	7,36	5,70	16,95	16,90	16,84	12,10	17,43	9,58	11,53
Agrostis stolonifera L.	$\bar{X}$	40,74	30,62	2,36	5,71	0,92	0,19	1,12	55	50
	min	37,43	28,38	1,98	4,75	0,76	0,16	0,82	51	30
	max	45,42	33,72	2,57	6,68	1,08	0,23	1,27	62	65
	CVg,%	6,25	4,99	9,73	11,93	13,04	13,15	15,00	7,52	14,08
Agrostis sp. 2013–2019 гг.	$\bar{X}$	30,15	27,24	2,51	6,44	1,02	0,22	1,47	56	75
	min	28,66	24,77	2,12	4,70	0,75	0,17	1,12	51	72
	max	39,90	29,15	2,95	9,53	1,51	0,32	2,04	63	83
	CVe,%	11,29	5,98	12,75	25,73	25,49	22,72	23,12	7,82	5,64

В работе В. М. Косолапова и др. (2010) показано, что содержание сырой клетчатки имеет отрицательное влияние на концентрацию обменной энергии (r = –0,96), а также на переваримость органического вещества [4].

Таким образом, проведенный анализ изменчивости показателей качества корма у трех видов полевицы в зависимости от года выращивания показал перспективность отбора по содержанию сырой клетчатки, содержанию сырого жира и высоте растений. Показатели содержания сухого вещества и содержания сырого протеина, как и содержание золы, фосфора и калия подвержены влиянию условий года выращивания, когда их изменчивость CVe превышает генотипическое варьирование. Положительная корреляционная зависимость между содержанием сырого жира и сырого протеина дает надежду на то, что при отборе генотипов с повышенным содержанием жира возможно параллельное повышение содержания протеина. Прямой отбор на повышение содержания протеина затруднителен из-за существенного влияния условий года выращивания, значительно превышающего его генотипическую изменчивость. При низком уровне генотипической изменчивости признака необходим поиск новых источников изменчивости, как среди аборигенных образцов, так и привлечение образцов разных эколого-географических зон, а также вовлечение селекционного материала, полученного методами отдаленной гибридизации, мутагенеза и полиплоидии.

Рассматривая дендрограмму (рисунок) изучаемого набора генотипов полевицы по восьми показателям качества корма с учетом продолжительности вегетационного периода и высоты растений, можно сделать вывод о наличии трех кластеров и отдельно отстоящего генотипа из республики Беларусь (Бирюли).

Образец полевицы тонкой обнаружен нами в 2009 г. в пойме р. Березина, в месте ее впадения в озеро Бирюли и характеризуется большим количеством генеративных побегов при высоте растений 60–70 см. Имеет тонкие, узкие листья светло-зеленого цвета, что придает партерному газону особо привлекательный вид, аналогичный газону из образца Хайленд. На протяжении шести лет изучения отличался высокой семенной продуктивностью, что важно для ведения коммерческого семеноводства. Образец представляет практический интерес для селекции полевицы тонкой пастбищного и газонного направлений.

Самый большой кластер из 12 образцов сформировался из генотипов и индивидуальных отборов полевицы гигантской и двух индивидуальных отборов полевицы тонкой. Во второй кластер из 10 образцов вошли генотипы полевицы тонкой и индивидуальные отборы из образца Сеусиде (США). Третий кластер из четырех образцов образовали сортообразцы полевицы побегообразующей. Кластерный анализ помогает в

селекции более четко видеть сходство и различия по всему комплексу признаков и на этой основе формировать гомологичные группы, что способствует целевому подбору родительских пар для индивидуальных скрещиваний и отбору образцов для создания сложногибридных популяций.

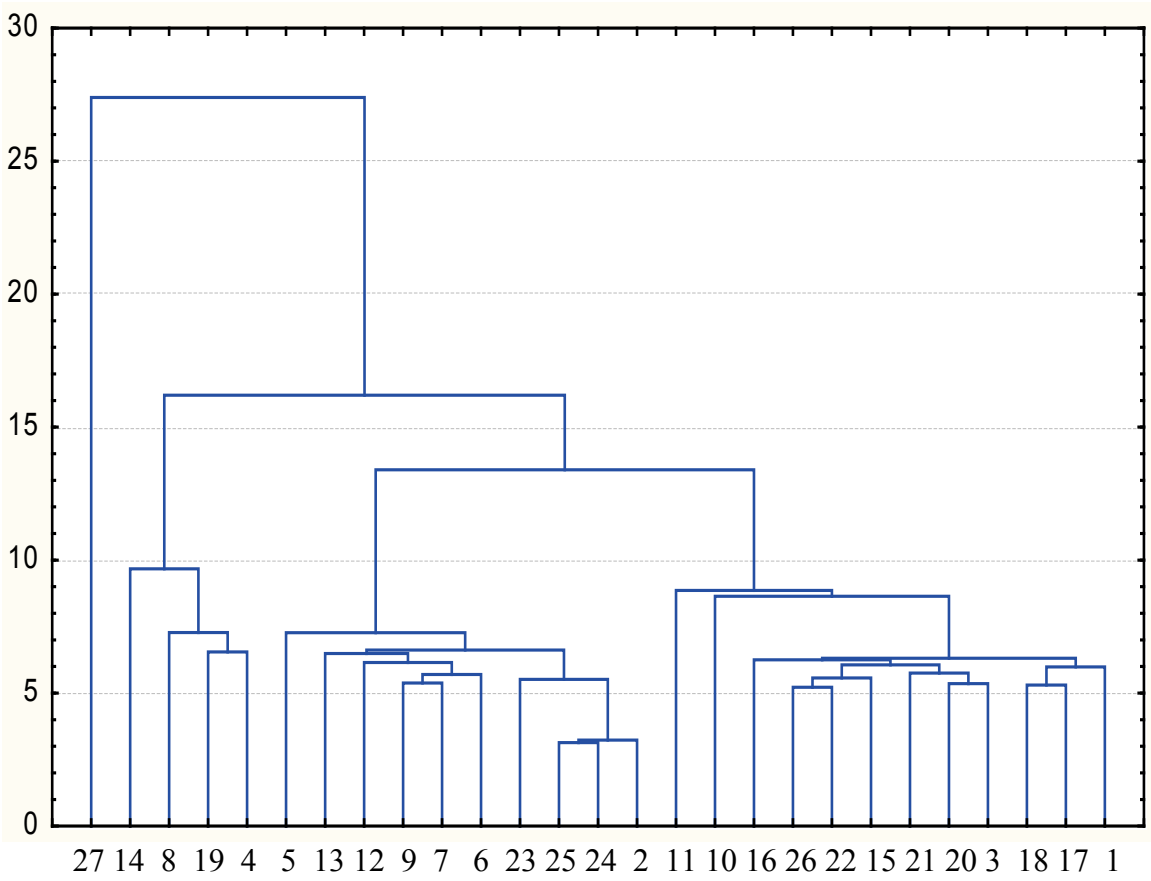

Рисунок. Дендрограмма родства/удаленности образцов полевицы по кормовым достоинствам

1 — ВИК 2, 2 — К–43896, 3 — Чара, 4 — Krome, 5 — АТ 127, 6 — Seaside, 7 — АТ 130, 8 — Prominent, 9 — АТ 134, 10 — Рожновский, 11 — и.о. Kemekes, 12 — Karmen, 13 — Приокский, 14 — Кама, 15 — и.о. Чара, 16 — и.о. Рожновский, 17 — и.о. АТ 127, 18 — АТ 134, 19 — и.о. Krome, 20 — Kemekes, 21 — ВИК 2, 22 — и.о. Kemekes, 23 — и.о. 134/9/1, 24 — и.о. К-43896/1, 25 — Highland, 26 — и.о. Рожновский, 27 — Бирюли.

Заключение. Изучены особенности проявления изменчивости и взаимосвязей показателей качества корма у 27 генотипов, относящихся к трем видам полевицы. Выявлен значительный уровень генотипической изменчивости по содержанию сырого жира, сырого протеина, золы, фосфора и калия. Принимая во внимание низкий уровень изменчи-

вости в зависимости от условий года выращивания, рекомендуется при отборе обратить внимание на содержание сырого жира, содержание сырой клетчатки и высоту растений. Генотипическую дивергенцию генотипов при подборе родительских пар для гибридизации рекомендуется определять методами кластерного анализа.

Литература

1. Генетические ресурсы дикорастущих кормовых трав Нижегородской области / Н. Н. Козлов, Н. С. Малюженец, В. Л. Коровина [и др.] // Адаптивное кормопроизводство. – 2015. – № 2. – С. 20–31.
2. Методические указания по селекции и первичному семеноводству многолетних злаковых трав / З. Ш. Шамсутдинов [и др.]. – М., 1993. – 112 с.
3. Физико-химические методы анализа кормов / В. М. Косолапов, В. А. Чуйков, Х. К. Худякова, В. Г. Косолапова. – М. : Издательский дом «Типография Россельхозакадемия», 2014. – 344 с.
4. Косолапов В., Фицев А., Гаганов А. Качество и эффективность кормов // Животноводство России. – 2010. № 11. – С. 50–52.
5. Малюженец Н. С. Закономерности модификационной изменчивости хозяйственно-важных признаков у *Triticum aestivum* L. и *Sorgum bicolor* Moench. : автореф. дис. … канд. с.-х. наук. – М., 1982. – 19 с.

VARIABILITY OF FODDER VALUE OF COLLECTION SAMPLES BENTGRASS

N. S. Malyuzhenets, N. N. Kozlov, E. E. Malyuzhenets, T. V. Kozlova

The peculiarities of the manifestation of variability and interrelationships of feed quality indicators in 27 genotypes belonging to three types of bentgrass were studied. A significant level of genotypic variability in the content of crude fat, crude protein, ash, phosphorus and potassium was revealed. Taking into account the low level of variability depending on the conditions of the growing year, it is recommended to pay attention to the crude fat content, crude fiber content and plant height when selecting. It is recommended to determine the genotypic divergence of genotypes when selecting parent pairs for hybridization using cluster analysis methods.

Keywords: *bentgrass, variability, collection, fat, protein, fiber content.*

УДК: 633.264: 631.521

ГИБРИД ОВСЯНИЦЫ ЛУГОВОЙ ВИК-5-34 ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ НА ВЫСОКИХ АГРОФОНАХ НА ЛУГАХ И ПАСТБИЩАХ В ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

С. И. Костенко, кандидат сельскохозяйственных наук
Е. Е. Малюженец, кандидат сельскохозяйственных наук
Н. Ю. Костенко, кандидат сельскохозяйственных наук
Е. К. Пампура
Н. С. Терехова

ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса», г. Лобня Московской области, Россия, vniikormov@mail.ru

DOI: https://doi.org/10.33814/MAK-2021-25-73-67-70

Овсяница луговая — одна из лучших злаковых трав для кормопроизводства на большей части России. Уступая по продуктивности райграсу пастбищному на западе страны, она намного превосходит его в других регионах по долголетию, морозостойкости и засухоустойчивости. Этот вид меньше поражается грибными заболеваниями, хорошо растет в травосмесях как с клевером, так и с люцерной или с другими бобовыми и злаковыми травами. Новый сорт предназначен для возделывания на высоких агрофонах в хозяйствах с высоким уровнем земледелия. Сорт может использоваться как для заготовки кормов, так и для создания пастбищ.
Ключевые слова: *овсяница луговая, сорт, селекция, отбор, высокие дозы минеральных удобрений, устойчивость к болезням, содержание протеина, популяция.*

В настоящее время в реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в России, включено 50 сортов овсяницы луговой, из них 39 российских и 11 иностранных, при этом за 2015–2020 гг. в реестр включено шесть иностранных сортов и четыре российских, при этом 22 % сортов включены как газонные травы [1].

Овсяница луговая относится к рыхлокустовому типу злаковых трав, поэтому она способна заполнять выпавшие участки травостоя, хотя и не очень быстро. Семена овсяницы луговой всходят довольно быстро, что позволяет сеять ее как в весенний, так и в летний период. Овсяница луговая хорошо переносит посев под покров яровых зерновых культур, что существенно повышает эффективность ее возделывания.

Большинство сортов, включенных в реестр, ранее являлись сортами экстенсивного типа, которые сравнительно мало отзывчивы на повышение агрофона, что является тормозом для их использования в крупных холдингах с интенсивным ведением сельского хозяйства.

Именно это является основной причиной такого широкого притока в Россию иностранных сортов в последние годы.

Исследования проводились согласно общепринятым методикам [2], обработка полученных результатов проводилась методом дисперсионного анализа [3].

Создание гибрида ВИК-5-34 вызвано вышеприведенными причинами. При его создании основное внимание было уделено достижению высокой продуктивности при использовании повышенных доз удобрений и соблюдению всех агротехнических правил. Новый сорт должен также быть устойчив к болезням, которые сильнее развиваются именно при внесении повышенных доз удобрений. Также для нового сорта важна величина семенной продуктивности, которая обуславливает скорость распространения создаваемого сорта [4; 5].

Из сортов этой культуры, созданных ранее во ВНИИ кормов, наиболее интересным для дальнейшей работы являлся сорт ВИК 5, который давал корм достаточно высокого качества, мог использоваться как для сенокосов, так и для создания пастбищ, но заметно поражался грибными болезнями и слабо реагировал на повышение уровня минерального питания [6; 7].

После отбора на инфекционном фоне в лаборатории иммунитета ВНИИ кормов ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» 26 клонов, наиболее устойчивых к пятнистостям и мало поражавшихся весной снежной плесенью, были испытаны на однорядковых делянках в севообороте лаборатории селекции с внесением полного минерального удобрения в количестве $N_{140}P_{150}K_{100}$ за вегетационный период. При этом были отобраны сравнительно высокие растения, морфологически сходные, со скученными метелками. Главное внимание уделялось устойчивости растений к полеганию на этом фоне минерального питания. Собранные семена были предварительно размножены в Смоленской области на сравнительно легких почвах, где прошел очередной этап отбора по экологической пластичности.

Последующие испытания отобранного образца проводились при отбраковке растений, выделяющихся по невысокой продуктивности, по рыхлой метелке, по заметному поражению пятнистостями [8].

В итоге был сформирован образец ВИК-5-34, который отличается высокой семенной продуктивностью — 5,32 ц/га, что выше, чем у сорта ВИК 5 на 0,32 ц (+6,5 %).

Урожайность зеленой массы нового образца также была существенно выше по сравнению с сортом стандартом. Средняя продуктивность нового образца составила 402 ц/га (превышение +20 %). В основном превышение обеспечивалось вторым и третьим укосами, во время которых новый образец превосходил сорт ВИК 5 на 38–40 %. Продук-

тивность нового образца мало колебалась по годам (360–416 ц/га), у сорта ВИК 5 колебания были намного существеннее (315–402 ц/га).

По урожаю сена новый образец также превосходил сорт стандарт на 17 % (+19 ц/га), и это превышение также шло, в основном, за счет второго и третьего укосов.

Хорошие результаты показал новый сорт и при испытании в травосмеси с двуукосным клевером луговым.

Новый образец отличается более высоким ростом, при этом растения не полегают сильнее, чем сорт ВИК 5, который имеет более короткие стебли.

По другим признакам — засухоустойчивость, зимостойкость, поражаемость вредителями и устойчивость к заморозкам — новый образец не отличается от сорта ВИК 5, а также от сортов овсяницы луговой Кварта и Бинара.

По содержанию протеина сено, полученное при уборке нового образца ВИК-5-34, незначительно превосходит сорт ВИК 5, различие несущественно.

Морфологические признаки нового образца (форма куста, форма стеблей, опушение, окраска узлов, кустистость, облиственность, форма листьев и их окраска и многие другие) сходны у образца ВИК-5-34 и сорта ВИК 5. Различия есть только по признакам — высота стеблей, плотность метелки, продуктивность на высоких агрофонах.

Новый образец может выращиваться для производства кормов в Северном, Северо-Западном, Центральном, Волго-Вятском и Центрально-Черноземном регионах.

Семеноводство нового образца эффективнее проводить во всех указанных выше регионах, кроме Северного.

Образец ВИК-5-34 рекомендуется использовать при внесении повышенных доз минеральных удобрений и соблюдении всех принятых зональных агротехнических мероприятий.

Литература

1. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. «Сорта растений» (официальное издание). – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 680 с.
2. Методические указания по селекции многолетних злаковых трав / В. М. Косолапов, С. И. Костенко, С. В. Пилипко, В. С. Клочкова [и др.]. – М. : ТСХА, 2012. – С. 53.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М. : Книга по Требованию, 2012. – 352 с.
4. Кормовые экосистемы Центрального Черноземья России: агроландшафтные и технологические основы / С. И. Костенко, В. М. Косолапов, И. А. Трофимов, Л. С. Трофимова, Е. П. Яковлева, Н. Н. Гречишников, И. В. Савченко,

А. В. Шевцов, Ю. Д. Ахламов, С. А. Отрошко, В. И. Ермолаев, Н. Д. Шариков, В. А. Кулаков, А. В. Родионова, Е. Е. Проворная, Н. В. Жезмер, З. Ш. Шамсутдинов, Ю. М. Писковацкий, М. Ю. Новоселов, Ю. С. Тюрин [и др.]. – М., 2016. – 649 с.
5. Методы создания высокопродуктивного селекционного материала и инновационных сортов многолетних злаковых трав / С. И. Костенко, В. М. Косолапов, С. В. Пилипко // Проблемы интенсификации животноводства с учетом охраны окружающей среды и производства альтернативных источников энергии, в том числе биогаза – XX Международная научная конференция / Институт технологических и естественных наук в Фалентах, Отделение в Варшаве. – 2014. – С. 117–119.
6. Сорта кормовых культур селекции ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса» / С. И. Костенко, В. М. Косолапов, З. Ш. Шамсутдинов, С. В. Пилипко, Ю. С. Тюрин, Ю. М. Писковацкий, М. Ю. Новоселов [и др.]. М. : ООО «Угрешская типография», 2019. – 94 с.
7. Использование генетических ресурсов злаковых трав в селекции специализированных сортов / В. М. Косолапов, С. И. Костенко, С. В. Пилипко, В. С. Клочкова // Достижения науки и техники АПК. – 2018. –Т. 32. – № 2. – С. 12–16.
8. Изучение и оценка перспективных сортообразцов многолетних злаковых трав по основным хозяйственно-биологическим признакам / С. И. Костенко, В. М. Косолапов, С. В. Пилипко // Проблемы интенсификации животноводства с учетом охраны окружающей среды и производства альтернативных источников энергии, в том числе биогаза – XX Международная научная конференция / Институт технологических и естественных наук в Фалентах, Отделение в Варшаве. – 2014. – С. 114–116.

HYBRID OF MEADOW MEADOWS FESCUE "VIK-5-34" FOR GROWING ON HIGH AGROPHONES ON MEADOWS AND PASTURES IN THE EUROPEAN PART OF RUSSIA

S. I. Kostenko, E. E. Malyuzhenets,
N. Yu. Kostenko, E. K. Pampura, N. S. Terekhova

Meadow fescue is one of the best grasses for forage production in most of Russia, being inferior in productivity to pasture ryegrass in the country's reserve; it is much superior to it in other regions in terms of longevity, sea resistance and drought resistance. This species is also less affected by fungal diseases, grows well in herb mixtures with both clover and alfalfa or with other legumes and cereals. The new variety "VIK-5-34" is intended for cultivation on high agricultural grounds in farms with a high level of agriculture. The variety can be used both for foraging and for creating pastures.
Keywords: *meadow fescue, variety, selection, high doses of mineral fertilizers, disease resistance, protein content, population.*

УДК 633.853.494(470.3)

КАПУСТНЫЕ КУЛЬТУРЫ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМЫ КОРМОВОГО БЕЛКА В НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЕ

В. Т. Воловик, кандидат сельскохозяйственных наук
А. С. Шпаков, доктор сельскохозяйственных наук

ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса», г. Лобня, Московской области, Россия,
vik_volovik@mail.ru

DOI: https://doi.org/10.33814/MAK-2021-25-73-71-80

Нечерноземная зона России по природным условиям является основным регионом концентрации и специализации мясо-молочного животноводства, а также свиноводства и птицеводства. В ближайшей перспективе для обеспечения продовольственной безопасности региона, включая крупные промышленные мегаполисы г. Москвы, г. Санкт-Петербурга и другие, потребуется производить около 20,8 млн т молока, 4,6 млн т мяса, 16,6 млрд яиц. Для производства такого количества продукции необходимо производить около 77 млн т кормовых единиц, в том числе 40 млн объемистых и 37 млн концентрированных кормов, включая страховые фонды и воспроизводство поголовья. Важнейшим условием эффективного использования кормов является обеспеченность их протеином (кормовым белком) [1–3]. Научный и практический опыт показывают, что в решении проблемы обеспечения кормов протеином ведущая роль в Нечерноземной зоне принадлежит холодо- и морозостойким масличным культурам, прежде всего рапсу. В ФНЦ «ВИК им В. Р. Вильямса» созданы высокопродуктивные сорта, разработаны технологические основы их возделывания, обеспечивающие семенную продуктивность яровых форм до 3,5 т/га и озимых — до 6 т/га маслосемян. Разработка и реализация программы рапсосеяния в зоне позволит обеспечить потребности в растительных маслах, производить в необходимых объемах протеиновые добавки в виде жмыхов и шротов для животноводства и птицеводства.

Ключевые слова: *корма, капустные культуры, сорт, протеин, жмыхи, шроты, технологии.*

В Нечерноземной зоне основными производителями маслосемян капустных культур являются Северо-Западный, Центральный и Волго-Вятский природно-экономические районы. В настоящее время на их территории районированы высокопродуктивные сорта ярового и озимого рапса, яровой и озимой сурепицы, позволяющие обеспечить потребность в маслосеменах для масложировой промышленности и производства необходимого количества высокобелковых кормовых добавок для животноводства и птицеводства. Однако площади посевов капустных культур недостаточны для производства протеиновых добавок даже для имеющегося поголовья скота и птицы. Низкой остается продуктивность посевов. В перспективе для производства необходимого количества

масличного сырья площадь посевов, по экспертной оценке, необходимо увеличить в 2,5 раза по сравнению с существующей, а продуктивность — с 1,6–1,7 до 2,5–2,6 т/га [4].

В настоящее время разработаны научные основы рапсосеяния в лесной и лесостепной зонах [5–7], позволяющие в практических условиях обеспечить производство маслосемян рапса в необходимых объемах, включающие:

– обоснование видового состава культур, их районирования, требования к сортам и гибридам;
– создание сортов и гибридов, отвечающих почвенно-климатическим условиям региона;
– разработку ресурсосберегающих, экологически безопасных технологий возделывания, обеспечивающих высокую продуктивность, качество растительного сырья и экономическую эффективность [8–11].

На основании проведенных исследований выделены наиболее перспективные виды: рапс яровой и озимый, сурепица яровая и озимая; дополнительно — редька масличная, горчица белая. По биологическим требованиям эти виды соответствовали почвенно-климатическим условиям всех областей округа. При изучении биологических особенностей сортового состава видов установлено их несоответствие климатическим условиям региона (по продолжительности вегетации), требованиям современного производства (полегаемость, неравномерность созревания) и использования (показатели качества маслосемян).

В результате разработаны основные требования к сортам ярового рапса, включающие скороспелость, устойчивость к неблагоприятным погодным условиям, высокую продуктивность и качество маслосемян (повышенное содержание жира и протеина, низкое содержание глюкозинолатов, отсутствие эруковой кислоты, улучшенный жирно-кислотный состав), равномерность созревания семян и их неосыпаемость [12].

По озимому рапсу исследования в округе практически не проводились. Оценка имеющихся сортов отечественной и зарубежной селекций показала, что основными требованиями к новым сортам были зимо- и морозостойкость, быстрый начальный рост и формирование в осенний период вегетативных органов с высокой устойчивостью к неблагоприятным условиям зимовки, а также более высокая продуктивность, технологичность, качество маслосемян [13].

В ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» в результате проведенной селекционной работы с привлечением перспективных отечественных и зарубежных образцов созданы сорта капустных культур с высокими продуктивными и адаптационными свойствами к почвенно-климатическим условиям региона (таблица).

Таблица. Биолого-хозяйственные показатели сортов масличных капустных культур [7; 13; 14]

Название сорта	Средняя урожайность семян за 8 лет, т/га	Вегетационный период, дни	Сбор жира, т/га	Сбор протеина, т/га	Содержание глюкозинолатов, мкмоль/г
Яровой рапс					
Подмосковный	2,50	105	1,4	0,7	10,0
Новик	2,66	102	1,27	0,57	12,2
Грант	2,64	99	1,2	0,55	13,2
Новосёл	2,59	100	1,3	0,6	12,6
Бизон	2,54	101	1,5	0,64	11,6
Озимый рапс					
Северянин	4,25	90*	1,9	1,0	20
Лауреат	4,04	98*	1,9	0,9	15,5
Столичный	3,80	95*	1,7	0,9	15,9
Гарант	4,86	102*	2,45	1,2	14,5
Горизонт	4,45	86*	2,0	1,1	16,5

** От весеннего отрастания.*

При создании сортов использовались методы гибридизации, химического мутагенеза, инцухтирования, индивидуального и массового отбора, экологического испытания и отбора с использованием камер искусственного климата и теплиц. В период селекционной работы проводился постоянный контроль биохимического состава семян, включая глюкозинолаты и эруковую кислоту [14].

Двунулевые сорта ярового рапса с периодом вегетации 100–110 дней, отличаются потенциальной продуктивностью до 3,5 т/га семян, содержанием жира 44–50 %, сырого протеина 22–28 %, глюкозинолатов 11–15 мкмоль/г: Луговской, Викрос, Подмосковный, Новик, Грант, Новосел, Бизон. Впервые для условий ЦФО созданы сорта озимого рапса (Северянин, Лауреат, Столичный, Горизонт, Гарант, Норд) с высокой зимостойкостью, комплексной устойчивостью к абиотическим факторам перезимовки, высокой потенциальной продуктивностью (до 6 т/га семян и 35 т/га зеленой массы), содержанием жира 42–48 %, протеина 22–25 %. Сорта яровой сурепицы Светлана и Надежда с семенной продуктивностью до 2,5 т/га созревают на две недели раньше ярового рапса, имеют высокое содержание жира (до 48 %), низкое содержание клетчатки (4,5–5,5 %) и глюкозинолатов (11–13 мкмоль/г), что позволяет использовать их в повышенных дозах при кормлении животных и

особенно птицы. Озимая сурепица Заря созревает на неделю раньше озимого рапса, отличается высокой зимостойкостью и качеством семян.

Все сорта рапса селекции ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» отличаются низким содержанием глюкозинолатов в семенах, от 10,0 (сорт Подмосковный) до 12,9 мкмоль/г (сорт Викрос) и клетчатки (8–10 %), что позволяет использовать их в качестве энергетических компонентов в кормлении птицы [15–16].

Масло двунулевых сортов рапса и сурепицы применяют в пищевой и комбикормовой промышленности для балансирования их по энергии, а содержащее эруковую кислоту — для технических целей; хорошо сбалансировано по составу, содержит мало насыщенных и умеренное количество полиненасыщенных незаменимых жирных кислот в виде линолевой (семейство «Омега-6») и α-линоленовой («Омега-3»), которые не синтезируются в организме людей и животных, но играют важную роль в процессах роста и репродукции. Масло рапса широко используется для производства смазочных веществ и моторного топлива, как непосредственно в чистом виде, так и для получения биодизеля, который не выбрасывает окислов серы, а при попадании в почву быстро разлагается, не загрязняет водные источники. По директиве ЕС доля биодизельного топлива должна составлять к концу 2020 г. 20 %. Горчичное масло используется в косметологии, пищевой и химической промышленности, а жмых — в медицине для производства горчичников [17–27].

В кормопроизводстве используется зеленая масса и приготовленный из нее силос; семена и отходы их переработки (жмых и шрот) используются как высокобелковые и энергетические добавки. Для производства зеленой массы крестоцветные культуры используются в поукосных и пожнивных посевах. Особенно эффективны смешанные посевы капустных масличных культур с зерновыми (овес, ячмень), бобовыми (горох, вика, пелюшка, люпин, кормовые бобы), подсолнечником и райграсом однолетним.

Важнейшее значение в обеспечении животноводства кормовым белком принадлежит жмыхам и шротам капустных культур. При переработке маслосемян новых сортов выход жмыхов составляет 62–66 %, шрота — 55–58 %, в которых содержится до 38–45 % белка, не уступающего по количеству незаменимых аминокислот соевому, а по содержанию серосодержащих превосходящего его.

Перспективное применение рапса в качестве сидеральных культур позволяет снизить в 1,5–2,0 раза затраты по сравнению с внесением навоза [28].

В специализированных предприятиях по производству фуражного зерна районированные виды и сорта масличных культур с различной продолжительностью вегетации позволяют создавать конвейерное про-

изводство маслосемян продолжительностью до двух месяцев: озимая сурепица Заря — 1–2-я декады июля, озимый рапс Северянин, Столичный, Лауреат — 2-я декада июля — 1-я декада августа, раннеспелые сорта ярового рапса Викрос, Грант — 2–3-я декады августа, среднеспелые сорта — Подмосковный, Новик — 3-я декада августа — 1-я декада сентября (рисунок).

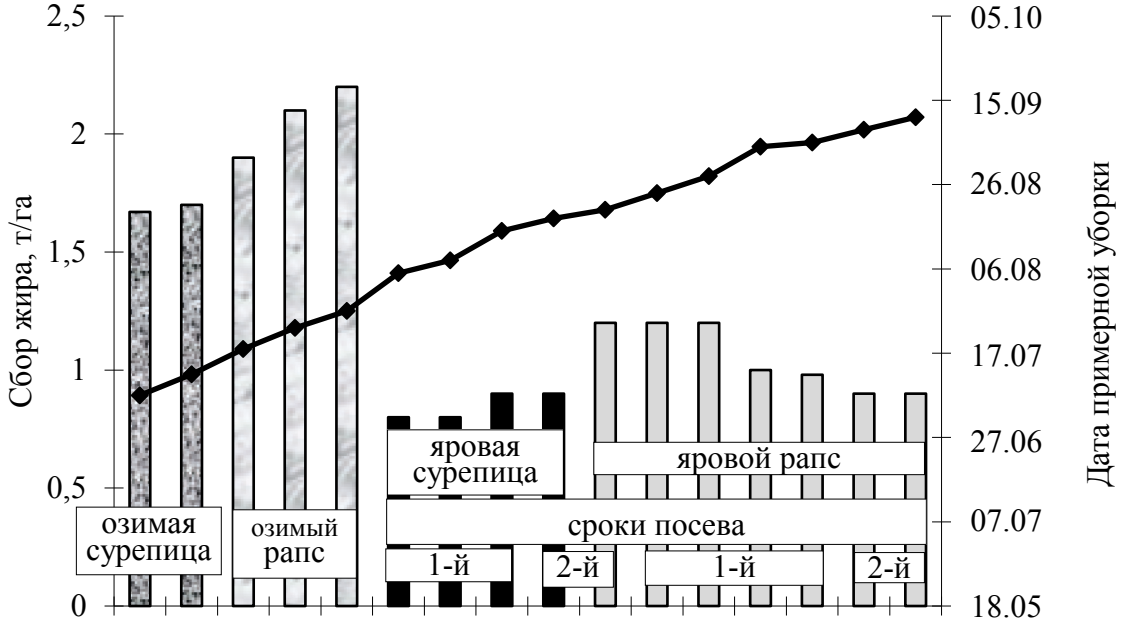

Рисунок. Схема производства маслосемян в период вегетации

Такая схема позволяет рационально использовать технические средства и сушильное хозяйство, устранить влияние неблагоприятных условий на валовые сборы маслосемян, повысить коммерческую эффективность производства.

При разработке технологий возделывания крестоцветных культур установлены основные факторы, определяющие уровень продуктивности, устойчивость производства маслосемян и их качество.

Ведущими факторами являются органические и минеральные удобрения, особенно азотные, обеспечивающие увеличение продуктивности до 60 %, средства защиты растений (25–30 %), сорт (7–8 %). Разработаны технологические основы возделывания культур и сортов [29–32].

Для получения 2,5–3 т/га семян ярового рапса необходимо применять следующие технологические приемы:

– посев проводить в два срока — при наступлении температуры верхнего слоя почвы на уровне +8…10 ºС, второй — через 10–15 дней после первого;
– посев семенами, обработанными препаратами с инсектицидным и фунгицидным действием;

– с учетом полевой всхожести норма высева семян должна составлять 1,2–2,0 млн всхожих семян на 1 га;
– экономически эффективной нормой внесения азотных удобрений является 60–90 кг д. в. на 1 га на фоне внесения фосфорных и калийных удобрений на расчетный урожай с учетом содержания элементов в почве;
– для защиты посевов от сорняков необходимо вносить почвенный гербицид, при сильной засоренности, в зависимости от спектра, применять соответствующие допущенные гербициды;
– соблюдение мер борьбы с болезнями и вредителями:
  - возделывание устойчивых к болезням сортов;
  - строгое соблюдение севооборотов и принятого чередования культур с возвращением капустных на прежнее место не ранее, чем через 4–5 лет;
  - заделка жнивья и остатков урожая;
  - уничтожение сорняков и вредителей, являющихся накопителями и переносчиками болезней;
  - инкрустирование семян;
  - при появлении первых признаков болезни в период вегетации применение препаратов, разрешенных на территории РФ.
– контроль появления вредителей с применением чашек-ловушек желтого цвета, заполненных наполовину водой. При достижении порога вредоносности — проведение обработки соответствующими инсектицидами, возможно баковой смесью с некорневой подкормкой.

Для получения 3,5–4,5 т/га семян озимого рапса необходимо соблюдать следующие технологические требования:

– для центральных областей с устойчивым снежным покровом проводить посев во второй декаде августа; для более точного выбора даты посева нужно учитывать сумму активных температур выше 5 ºС в период от посева до установления устойчивых заморозков, которая должна быть не ниже 450 ºС;
– оптимальная густота стояния — 40–70 растений на 1 м^2, что обеспечивается нормой высева 0,7–1 млн всхожих семян на 1 га;
– посев семенами, обработанными препаратами с инсектицидным и фунгицидным действием;
– в случае угрозы перерастания растений осенью и поражения грибными болезнями — использование фунгицидов и регуляторов роста;
– технология возделывания озимого рапса на маслосемена предусматривает комплексную систему мер борьбы с сорной растительностью, включающую предупредительные, механические и химические приемы. Соблюдение чередования культур в севооборотах, высокий

уровень агротехники способствуют снижению засоренности посевов. Для борьбы с сорняками применять почвенные гербициды до всходов рапса в рекомендованных дозах или использовать гербициды с учетом спектра засоренности;
- соблюдение мер борьбы с болезнями и вредителями;
- фосфорно-калийные удобрения вносить на расчетный урожай с учетом содержания элементов в почве, азотные дробно, 30 кг осенью перед посевом (после зерновых предшественников) и от 60 до 120 кг азота в подкормку весной, в зависимости от состояния посевов.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на максимальное использование почвенно-климатических ресурсов региона на основе оптимального районирования, эффективного использования нового поколения материально-технических средств, снижения рисков варьирования продуктивности из-за погодных условий, создания нового поколения сортов и гибридов с использованием современных методов селекции с устойчивыми показателями качества масла, жмыхов и шротов, совершенствования систем семеноводства и контроля качества семян.

Для оптимизации рапсосеяния в Нечерноземной зоне необходимы следующие организационные мероприятия:
- разработать программу рапсосеяния, включающую оптимизацию видового районирования масличных культур, совершенствование структуры посевных площадей, включая сою и подсолнечник, размещение в севооборотах, освоение прогрессивных технологий возделывания, потребность в материально-технических ресурсах и перерабатывающей промышленности. Программы рапсосеяния по регионам и в целом по зоне в обязательном порядке должны соответствовать потребности в растительных маслах, а также в высокобелковых добавках для развивающегося животноводства;
- дать объективную экономическую оценку производства рапса, эффективности использования жмыхов и шротов в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы, включая риски, связанные с импортом высокопротеиновых кормовых добавок;
- усовершенствовать законодательную, дотационную и кредитную политику, обеспечивающую создание специализированных хозяйств по производству качественного зернофуража и рапса, стимулирование производства и внутреннего потребления производимого сырья, доступность производителю материально-технических ресурсов, включая оборотные средства, гарантированный сбыт маслосемян и доходность;
- создать систему устойчивого семеноводства и промышленного производства семян;

– усовершенствовать отраслевые стандарты на маслосемена для производства пищевого и технического масел, жмыхов и шротов;
– усовершенствовать нормативы ввода жмыхов и шротов в комбикорма для крупного рогатого скота, свиней и птицы;
– ввести статистическую отчетность по переработке маслосемян, производству и потреблению жмыхов и шротов.

Основным потребителем жмыхов и шротов рапса должна стать комбикормовая промышленность, обеспечивающая полноценный контроль за качеством продукции и соблюдением нормативных параметров их ввода в концентрированные корма.

Таким образом, капустные маличные культуры в Нечерноземной зоне являются источником для обеспечения потребностей в высокобелковых кормовых добавках для животноводства, пищевых и технических маслах. В настоящее время, применительно к зоне разработаны научные основы рапсосеяния, позволяющие в полной мере обеспечить потребности в маслосеменах. Решение проблемы заключается в разработке и реализации организационно-практических мероприятий по развитию животноводства и кормопроизводства на федеральном и региональном уровнях, составной и необходимой частью которых является рапсосеяние, развитию экспортного потенциала территории.

Литература

1. Стратегия социально-экономического развития ЦФО на период до 2020 года № 1540-З, 6 сентября 2011 года. Режим доступа: https://sudact.ru/law/rasporiazhenie-pravitelstva-rf-ot-06092011-n-1540-r/strategiia-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitiia-tsentralnogo-federalnogo/
2. Шпаков А. С. Система кормопроизводства Центральной России: молочно-мясное животноводство. – М. : РАН, 2018. – 272 с.
3. Шпаков А. С., Бычков Г. Н. Роль кормопроизводства в обеспечении продовольственной безопасности Центрального федерального округа // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. – 2016. – № 6. – С. 4–7.
4. Кормовые экосистемы Центрального Черноземья России: агроландшафты и технологические основы / В. М. Косолапов [и др.]. – М. : ФГУП «Издательский дом Россельхозакадемии», 2016. – 649 с.
5. Карпачев В. В. Рапс яровой. Основы селекции : монография / ГНУ ВНИПТИ рапса. – Липецк, 2008. – 236 с.
6. Лукомец В. М. Научное обеспечение производства масличных культур в России. – Краснодар : ООО «Просвещение-Юг», 2006. – 101 с.
7. Масличные капустные культуры в растениеводстве Центрального экономического района / В. Т. Воловик [и др.]. // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – № 2. – С. 33–35.
8. Новоселов Ю. К., Прологова Т. В., Ян Л. В. Агробиологические и технологические основы рапсосеяния в Нечерноземной зоне России // Адаптивное кормопроизводство: проблемы и решения. – М., 2002. – С. 212–222.

9. Савенков В. П., Карпачев В. В. Научно-практические основы управления агротехнологиями производства семян ярового рапса : монография. – Липецк : Изд-во Липецкого государственного технического университета, 2017. – 461 с.
10. Воловик В. Т., Новоселов М. Ю., Прологова Т. В. Рапсосеяние в Нечерноземной зоне и его роль в производстве растительного масла и высокобелковых концентрированных кормов // Адаптивное кормопроизводство. – 2013. – № 1(13). – С. 14–20.
11. Новоселов Ю. К., Воловик В. Т., Рудоман В. В. Стратегия совершенствования сырьевой базы для производства растительного масла и высокобелковых кормов // Кормопроизводство. – 2008 – № 10. – С. 3–8.
12. Воловик В. Т. Основные требования к видовому и сортовому составу масличных капустных культур для условий Нечерноземной зоны // Адаптивное кормопроизводство. – 2014. – № 4. – С. 19–29.
13. Volovik V. T., Prologova T. V. Breeding Winter Rapeseed for the Temperate Forest Zone // Russian Agricultural Sciences. – 2017. – Vol. 43, No. 3. – Pp. 213–218.
14. Воловик В. Т. Результаты научных исследований по масличным капустным культурам (ГНУ ВИК Россельхозакадемии, этапы 30-летнего пути) // Адаптивное кормопроизводство. – 2012 – № 4(12). – С. 13–24.
15. Косолапов В. М., Гаганов А. П., Зверкова З. Н. Выращивание цыплят-бройлеров на новых сортах рапса // Проблемы интенсификации животноводства с учетом охраны окружающей среды и производства альтернативных источников энергии, в том числе биогаза. – Варшава : Институт технологических и естественных наук в Фалентах, 2018. – С. 97–99.
16. Косолапов В. М., Гаганов А. П., Арасланова А. И. Использование комбикормов, содержащих семена рапса, в кормлении цыплят-бройлеров // Достижения науки и техники АПК. 2017. – Т. 31. № 3. – С. 25–27
17. McDonald B. E., Kimber D. S, McGregor D. I. Oil properties of importance in human nutrition // Brassica oilseeds — production and utilization. – Wallingford : CABI, 1995. – Pp. 291–299.
18. Oil content and fatty acids composition in Brassica species / Y. Sharafi, M. M. Majidi, S. H. Goli, F. Rashidi // J. Food Prop. – 2015. – V. 18. – Pp. 2145–2154.
19. Breeding oilseed rape for pod shattering resistance / C. L. Morgan [et al.] // Journal of Agricultural Science, Cambridge, 2000. – V. 135. – pp 347–359.
20. Breeding Brassica napus for shatter resistance / G. P. Hossain [et al.] // World's largest Science, Technology & Medicine Open Access book publisher, Downloaded from: http://www.intechopen.com/books/plant-breeding.
21. Sarwar G. Digestibility of protein and bioavailability of amino acids in foods. Effect on protein quality assessment // World Rev. Nutr. Diet. – 1987. – V. 54. – Pp. 26–70.
22. Rapeseed proteins — Production methods and possible application ranges Published by EDP Sciences / D. Haar [et al.] // Oilseeds & fats Crops and Lipids. 2014. – 21(1) D104. – Pp 2–8.
23. Matthäus B. Utilization of high-oleic rapeseed oil for deep-fat frying of French fries compared to other commonly used edible oils. Eur // J Lipid Sci Technol. – 2006. – V. 108. – Pp. 200–211.
24. Schierholt A., Rücker B., Becker H. C. Inheritance of high oleic acid mutations in winter oilseed rape (Brassica napus L.) // Crop Sci. – 2001. – V. 41. – Pp. 444–1449.
25. Oil content and fatty acids composition in Brassica species / Y. Sharafi [et al.] // J. Food Prop. – 2015. – V. 18. – Pp. 2145–2154.

26. N-3 fatty acid dietary recommendations and food sources to achieve essentiality and cardiovascular benefits / S. K. Gebauer [et al.] // Am J Clin Nutr. – 2006. – V. 83. – Pp. 1526S–1535S.
27. Johnson G. H., Keast D. R., Kris-Etherton P. M. Dietary modeling shows that the substitution of canola oil for fats commonly used in the United States would increase compliance with dietary recommendations for fatty acids // J Am Diet Assoc. – 2007. – V. 107. – Pp. 1726–1734.
28. Шпаков А. С., Бражникова Т. С. Кормовые культуры и плодородие почв // Земледелие. – 2002. – № 6. – С. 4–5.
29. Новоселов Ю. К., Воловик В. Т., Рудоман В. В. Ресурсосберегающие технологические приемы возделывания ярового рапса и их экономическая эффективность // Кормопроизводство. – 2009. – № 6. – С. 17–21.
30. Ресурсосберегающая технология возделывания озимого рапса на семена в Нечерноземной зоне России: учебное пособие / Ю. К. Новоселов [и др.]. – М. : Российский центр сельскохозяйственного консультирования, 2010. – 36 с.
31. Зональные ресурсосберегающие технологии возделывания, подработки и хранения ярового и озимого рапса в Центральном федеральном округе / А. Ю. Измайлов [и др.]. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2011. – 96 с.
32. Оптимизация элементов технологии возделывания яровой сурепицы в Нечерноземной зоне / В. М. Косолапов [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 11. – С. 25–27.

CABBAGE CROPS IN SOLVING THE PROBLEM FEED PROTEIN IN THE NON-CHERNOZEM ZONE

V. T. Volovik, A. S. Shpakov

According to natural conditions, the Non-Black Earth zone of Russia is the main region of concentration and specialization of meat and dairy cattle breeding, as well as pig and poultry breeding. In the near future, to ensure the food security of the region, including large industrial cities of Moscow, St. Petersburg and others, it will be necessary to produce about 20.8 million tons of milk, 4.6 million tons of meat, 16.6 billion eggs. To produce such a quantity of products, it is necessary to produce about 77 million tons of feed units, including 40 million voluminous and 37 million concentrated feed, including insurance funds and livestock re-production. The most important condition for the effective use of feed is provided with their protein (feed protein) [1–3]. Scientific and practical experience shows that in solving the problem of providing forage with protein, the leading role in the Non-Black Earth Zone belongs to cold and frost-resistant oilseeds, and above all rapeseed. In the Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology, highly productive varieties have been created, technological bases for their cultivation have been developed, which ensure the seed productivity of spring forms up to 3.5 t/ha and winter crops - up to 6 t / ha of oilseeds. The development and implementation of the rapeseed sowing program in the zone will allow meeting the needs for vegetable oils, producing in the required volumes high-protein supplements in the form of oilcakes and meal for animal husbandry and poultry farming.
Keywords: *feed, variety, cabbage crops, protein, oilcakes, meal, technologies.*

УДК 633.2.031

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОЗДАНИЯ И ДОЛГОЛЕТНЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗНОПОСПЕВАЮЩИХ ЗЛАКОВЫХ ТРАВОСТОЕВ ДЛЯ ЗАГОТОВКИ СЕНА

Н. В. Жезмер, кандидат сельскохозяйственных наук

ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса»
г. Лобня Московской области, Россия, vik_lugovod@bk.ru

DOI: https://doi.org/10.33814/MAK-2021-25-73-81-86

На основе усовершенствованной методики дана экономическая оценка укосной технологии для заготовки сена. Совокупные затраты (44,8–47,5 тыс. руб./га) на создание раннего и среднеспелых долголетних травостоев с доминированием корневищных злаков окупались за 1,6–1,8 года. В последующие 25 лет ежегодные производственные затраты составили 20,1–21,6 тыс. руб./га при себестоимости одной кормовой единицы 5,1–5,6 руб. и условно чистом доходе 15,1–20,1 тыс. руб./га.
Ключевые слова: *ранний и среднеспелые злаковые травостои, два укоса, долголетие, капитальные вложения, ежегодные производственные затраты, себестоимость корма, условно чистый доход.*

Введение. В настоящее время, при постоянном росте цен на технику, удобрения и семена, повышение экономической эффективности технологии укосного использования травостоев за счет долголетия сеяных лугов является перспективным направлением исследований [1]. Длительность использования травостоев в первую очередь зависит от целенаправленного конструирования луговых агроценозов [2; 3]. В исследованиях по подбору многолетних трав для долголетнего двуукосного режима скашивания выявлены перспективные ранний и среднеспелые злаковые фитоценозы с доминированием корневищных видов [4; 5]. Учитывая, что в современных условиях ограничены возможности вложения средств на улучшение кормовых угодий, экономический анализ разрабатываемых приемов и технологий имеет актуальное значение [6].

Цель исследований — экономическая оценка эффективности создания и долголетнего (в течение 27 лет жизни трав) укосного использования рекомендуемых производству раннего и среднеспелых злаковых травостоев для заготовки качественного сена. При этом применен новый методический подход в оценке экономической эффективности, разработанный во ВНИИ кормов [1; 7]. С учетом рыночной экономики выделяются два периода. Первый — период освоения, или окупаемости (лет), капитальных вложений на создание сеяных травостоев. В после-

дующем (втором) периоде определяется эффективность ежегодных производственных затрат на уход и использование луговых агроценозов.

Методика и условия проведения исследований. Материалы и данные для расчета экономической эффективности укосной технологии получены в полевом опыте, где изучались ранние и среднеспелые злаковые травостои для долголетнего укосного использования. Исследования проведены в ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» в 1993–2019 гг. Опытный участок типичен для Центрального Нечерноземья — суходол с дерново-подзолистой среднесуглинистой почвой, в слое 0–20 см перед залужением содержалось 1,7 % гумуса, 118 мг/кг P_2O_5 и 57 мг/кг K_2O, $pH_{сол}$ — 5,7. Подготовку почвы к посеву провели комбинированным химико-механическим способом. Предварительно перед рыхлением дернины применяли гербицид Раундап (4 л/га) для уничтожения выродившегося травостоя. Затем провели фрезерование в два следа, предпосевное и послепосевное прикатывание.

Травы (районированных сортов) высеяли беспокровно в летний период 1993 г. Луговые агроценозы создавали на основе наиболее долголетних корневищных видов — лисохвоста лугового (сорт Серебристый), костреца безостого (Моршанский 760) и двукисточника тростникового (Первенец). В качестве видов-уплотнителей в травосмеси включали ежу сборную (ВИК 61) и тимофеевку луговую (ВИК 9). Состав травостоев, их тип по скороспелости и нормы высева семян приведены в таблице 1.

В 1993 г. проведено одно скашивание травостоев. Начиная со второго года жизни трав применяли двуукосный режим использования агроценозов. В первом укосе каждый травостой убирали в фазе полного колошения доминанта фитоценоза. Дозы удобрений в первый период освоения капитальных вложений в сумме за два года (1993–1994 гг.) составили $N_{160}P_{60}K_{180}$, в среднем за 1995–2019 гг. (период определения эффективности ежегодных затрат на уход и использование лугов) — $N_{100}P_{25}K_{110}$ за сезон. Азот и калий вносили равными частями под каждый укос, фосфор — весной. Дозы фосфорных и калийных удобрений периодически уточняли в зависимости от обеспеченности почвы P_2O_5 и K_2O. Для подкормки трав использовали аммиачную селитру, суперфосфат и хлористый калий.

Учеты и наблюдения в полевом опыте проводили по общепринятым в луговодстве методикам. При расчете экономической эффективности (по усовершенствованной методике [1; 7]) затраты на агротехнические приемы определяли по технокартам [8] в текущих ценах (первый квартал 2020 г.). Стоимость одной кормовой единицы произведенной продукции взята по цене фуражного овса — 9,8 руб./кг. При оценке эф-

фективности укосной технологии учитывали 25 % неизбежных технологических потерь урожайности и продуктивности (в кормовых единицах) при заготовке сена рулонным способом с использованием ПРФ-145.

Результаты исследований. На основе данных полевого опыта по целенаправленному подбору разнопоспевающих злаковых агроценозов для долголетнего двуукосного использования установлен состав перспективных травостоев раннего и среднего звеньев сырьевого конвейера для заготовки сена. При создании раннего агроценоза следует высевать травосмесь из лисохвоста лугового (11 кг/га семян) и ежи сборной (6 кг/га). В среднем за 27 лет жизни трав при использовании этого агроценоза продуктивность 1 га составила 6,5 т сухого вещества (СВ) и 4,6 тыс. корм. ед. Для формирования среднеспелых травостоев рекомендуется травосмесь из костреца безостого (14 кг/га) и тимофеевки луговой (4) или одновидовой посев двукисточника тростникового (10 кг/га). С 1 га этих агроценозов в среднем за 1993–2019 гг. соответственно получено 7,9 и 8,2 т СВ, 5,4 и 5,5 тыс. корм. ед.

Расчет затрат в первый период освоения (первый–второй годы жизни трав) показал, что капитальные вложения на создание разнопоспевающих травостоев составили 11,3–14,7 тыс. руб./га (табл. 1). Разница в капитальных затратах на залужение объясняется различной стоимостью семян трав. Она была наибольшей в ранней травосмеси, где основным компонентом (11 кг/га семян) включили лисохвост луговой, семена которого стоят очень дорого (460 руб. за 1 кг) из-за трудностей с их производством. В структуре капитальных вложений 35–50% затрат приходилось на семена и их посев, 28–37% на механическую обработку почвы, 22–28% на применение гербицида.

Производственные затраты (на удобрения и заготовку сена) составляли 32,8–34,0 тыс. руб./га в сумме за первый и второй год пользования травостоями (табл. 1). По сравнению с капитальными вложениями они были в 2,2–3,0 раза выше, в основном за счет применения подкормки ($N_{160}P_{60}K_{180}$ в сумме за два года). На удобрения, без которых долголетнее укосное использование злаковых травостоев невозможно [9], приходилось 60–63 % в структуре производственных затрат. Доля затрат на рулонную заготовку сена была 19–20 %, на перевозку рулонов в хранилище — 9–11 %, а на скашивание, сгребание и валкование — 9 %.

Совокупные затраты, включающие создание рекомендуемых луговых агроценозов, уход за травостоями и их использование, составили 44,8–47,5 тыс. руб./га. Они окупались за 1,6–1,8 сельскохозяйственного года в результате производства 5,4–5,6 тыс. корм. ед./га в сумме за два первых года жизни трав (с учетом 25 % технологических потерь при заготовке сена).

1. Затраты на создание и использование разнопоспевающих укосных травостоев в первый период освоения (в сумме за 1993–1994 гг.), тыс. руб./га

Тип, состав травостоя и норма высева семян (кг/га)	Капитальные вложения			Затраты на уход и заготовку сена				Совокупные затраты
	подготовка почвы к посеву		семена трав, посев	удобрения	скашивание, сгребание, валкование	рулонная заготовка	транспортировка	
	гербицид	обработка почвы						
Раннеспелый								
Лисохвост луговой (11) + ежа сборная (6)	3,2	4,2	7,3	20,5	3,1	6,1	3,1	47,5
Среднеспелый								
Кострец безостый (14) + тимофеевка луговая (4)	3,2	4,2	3,9	20,5	3,1	6,6	3,4	44,8
Двукисточник тростниковый (10)	3,2	4,2	4,9	20,5	3,1	6,9	3,5	46,3

Примечание: затраты приведены с НДС (15 %).

В последующие 25 лет (1995–2019 гг.) экономическая эффективность использования раннего и среднеспелых двуукосных травостоев для сырьевого конвейера оценивалась только по ежегодным (среднегодовым) производственным затратам, составившим 20,1–21,6 тыс. руб./га (табл. 2). Основная часть (55–59 %) производственных затрат приходилась, как и в первый период освоения, на применение удобрений — за сезон вносили $N_{100}P_{25}K_{110}$. В структуре затрат доли по всем операциям рулонной заготовки сена были практически такие же как и в первый период. Соблюдение агротехнических приемов по уходу и долголетнему двуукосному использованию травостоев обеспечило производство 3,6–4,3 тыс. корм. ед./га в среднем за 25 лет. Себестоимость 1 корм. ед. произведенной продукции составила 5,1–5,6 руб., что на 43–47 % ниже по сравнению со стоимостью фуражного овса. В результате с 1 га луга получено 15,1–20,1 тыс. руб. условно чистого дохода при рентабельности заготовки сена 75–93 %. Высокие показатели экономической эффективности достигаются благодаря целенаправленному подбору видов и сортов длительно самовозобновляющихся корневищных злаков, составляющих основу перспективных двуукосных травостоев, а также применению рекомендованных доз удобрений и сроков скашивания. При этом на сеяных лугах заготавливается травяное сырье с содержанием 0,67–

0,70 корм. ед. в 1 кг СВ, что значительно выше, чем при традиционном одноукосном использовании в производстве — 0,40–0,44 корм. ед. в 1 кг СВ [10].

2. Экономическая эффективность производственных затрат при долголетнем двуукосном использовании агрофитоценозов (в среднем за 1995–2019 гг.)

Тип и состав травостоя	Производственные затраты, тыс. руб./га	Продуктивность травостоя, корм. ед./га*	Стоимость продукции, тыс. руб./га	Себестоимость 1 корм. ед., руб.	Условно чистый доход, тыс. руб./га	Рентабельность производства, %
Раннеспелый						
Лисохвост луговой + ежа сборная	20,1	3593	35,2	5,6	15,1	75
Среднеспелый						
Кострец безостый + тимофеевка луговая	21,3	4131	40,5	5,2	19,2	90
Двукисточник тростниковый	21,6	4260	41,7	5,1	20,1	93

**Продуктивность дана с учетом 25 % технологических потерь при заготовке сена.*

Заключение. Экономическая оценка создания и использования перспективных долголетних злаковых агрофитоценозов обосновывает высокую эффективность укосной технологии при организации раннего и среднего звеньев сырьевого конвейера, обеспечивающих заготовку качественного сена рулонным способом. За счет длительного использования травостоев (27 лет) исключается три–четыре перезалужения. Это экономит 44,1–58,8 тыс. руб. капитальных затрат на создание 1 га луга с ранним травостоем и 33,9–49,2 тыс. руб. со среднеспелыми агроценозами. Экономия семян трав составит соответственно 51–68 и 30–72 кг/га. Целенаправленное создание долголетних разнопоспевающих укосных травостоев на основе районированных сортов корневищных видов будет способствовать более быстрому увеличению площадей улучшенных кормовых угодий.

Литература

1. Экономическая эффективность систем и усовершенствованных технологий производства объемистых кормов на сенокосах / А. А. Кутузова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33, № 6. – С. 44–50.

2. Конструирование целевых фитоценозов для пастбищ и сенокосов / А. А. Кутузова [и др.] // Программа и методика проведения научных исследований по луговодству на 2011–2015 гг. / ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса. – М. : ФГУ РЦС, 2011. – С. 44–68.
3. Справочник по кормопроизводству. 5-е изд., перераб. и доп. / под ред. В. М. Косолапова, И. А. Трофимова. – М. : Россельхозакадемия, 2014. – 716 с.
4. Жезмер Н. В. Урожайность и видовой состав раннеспелых злаковых укосных агроценозов при долголетнем использовании // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. тр., вып. 22 (70) / ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». – М. : Угреша Т, 2020. – С. 47–52.
5. Жезмер Н. В. Видовой состав и урожайность долголетних среднеспелых злаковых травостоев при разных режимах укосного использования // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. тр., вып. 22 (70) / ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». – М. : Угреша Т, 2020. – С. 53–58.
6. Основные направления развития лугового кормопроизводства в России / А. А. Кутузова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32, № 2. – С. 17–20.
7. Методические подходы к оценке экономической эффективности технологий и систем ведения лугового кормопроизводства в современных условиях рыночной экономики / А. А. Кутузова [и др.] // Современное состояние и перспективы развития лугового кормопроизводства в XXI веке : материалы науч.-практ. конф. – Санкт-Петербург : СПб ГАУ, 2019. – С. 24–36.
8. Методическое пособие по агроэнергетической и экономической оценке технологий и систем кормопроизводства / Б. П. Михайличенко [и др.]. – М. : Типография Россельхозакадемии, 1995. – 174 с.
9. Рекомендации по созданию и интенсивному укосному использованию луговых травостоев в лесной зоне европейской части СССР / Н. М. Ахламова [и др.]. – М. : Колос, 1982. – 48 с.
10. Практическое руководство по ресурсосберегающим технологиям и приемам улучшения сенокосов и пастбищ в Волго-Вятском регионе / А. А. Кутузова [и др.]. – М. : Типография Россельхозакадемии, 2014. – 76 с.

ECONOMIC EFFICIENCY OF CREATION AND LONG-TERM USE OF DIFFERENT-RIPENING GRASS STANDS FOR HAY HARVESTING

N. V. Zhezmer

Based on the improved methodology, an economic assessment of the mowing technology for hay harvesting is given. The total cost (44.8–47.5 thousand rubles/ha) for the creation of early and medium-mature long-term herbage with the dominance of rhizomatous grasses paid off in 1.6–1.8 years. In the next 25 years, annual production costs amounted to 20.1–21.6 thousand rubles/ha with the cost of 1 feed unit of 5.1–5.6 rubles and a conditional net income of 15.1–20.1 thousand rubles/ha.
Keywords: *early and medium-ripening grass stands, two mowing, longevity, capital investment, annual production costs, feed cost, conditionally net income.*

УДК 633.02.031

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДОЛГОЛЕТНЕГО МНОГОУКОСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗНОПОСПЕВАЮЩИХ ЗЛАКОВЫХ ТРАВОСТОЕВ ДЛЯ ЗАГОТОВКИ СЕНАЖА

Н. В. Жезмер, кандидат сельскохозяйственных наук

ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса»
г. Лобня Московской области, Россия, vik_lugovod@bk.ru

DOI: https://doi.org/10.33814/MAK-2021-25-73-87-93

Экономическая оценка трехукосной технологии заготовки травяного сырья для сенажа проведена на основе новых методических подходов. Совокупные затраты (50,5–53,9 тыс. руб./га) на создание и использование перспективных разнопоспевающих злаковых травостоев окупались за 1,6 года. В последующие 3–27-й годы жизни трав за счет продуктивного долголетия агроценозов получено 19,1–25,0 тыс. руб./га условно чистого дохода. Себестоимость одной кормовой единицы составила 5,2–5,8 руб. при рентабельности производства 69–87 %.
Ключевые слова: *разнопоспевающие злаковые травостои, три укоса, капитальные вложения, ежегодные производственные затраты, себестоимость корма, рентабельность производства.*

Введение. Повышение продуктивности в животноводстве возможно только при увеличении производства объемистых кормов и значительном улучшении их качества [1; 2]. Луговое кормопроизводство способно обеспечить заготовку питательных, энергонасыщенных и относительно дешевых кормов в большом объеме, используя долголетние многоукосные травостои [3; 4]. При интенсивном использовании лугов существенно возрастает как продуктивность агрофитоценозов, так и ежегодные производственные затраты [5; 6]. Однако долголетние многоукосные травостои, сформированные на основе корневищных злаковых трав и рыхлокустового вида ежа сборная, не нуждаются в частом перезалужении, что позволит экономить капитальные затраты на коренное улучшение кормовых угодий [7]. Поэтому в условиях рыночной экономики и высоких цен на материально-технические ресурсы экономическая оценка разрабатываемых приемов и технологий приобретает особую значимость.

В результате проведенных исследований по целенаправленному конструированию злаковых агрофитоценозов выявлены высокопродуктивные и устойчивые ранние и среднеспелые долголетние трехукосные травостои, обеспечивающие заготовку травяного сырья для сенажа в со-

ответствии с зоотехническими нормами кормления животных [8]. Оценка создания и длительного (в течение 27 лет жизни трав) использования перспективных разнопоспевающих агроценозов по принятым экономическим критериям на основе новых методических подходов, учитывающих современные рыночные отношения, позволит обоснованно рекомендовать их производству [9; 10].

Цель исследований — установить период освоения, или окупаемости (лет), капитальных вложений на создание агрофитоценозов и определить эффективность ежегодных производственных затрат на уход и интенсивное использование долголетних травостоев.

Методика и условия проведения исследований. Материалы для экономической оценки эффективности создания и долголетнего трехукосного использования перспективных ранних и среднеспелых злаковых травостоев получены в полевом опыте, выполненном на экспериментальной базе ВНИИ кормов в 1993–2019 гг. Опытный участок относится к суходольному типу угодий, наиболее распространенному в Центральном Нечерноземье. Почва участка дерново-подзолистая среднесуглинистая, близкая к нейтральной ($pH_{сол}$ – 5,7 в результате известкования перед залужением), с бедным содержанием подвижных форм калия (по Кирсанову) и среднеобеспеченная по фосфору.

Обработку почвы перед залужением проводили комбинированным химико-механическим способом: перед рыхлением дернины применяли гербицид сплошного действия (Раундап, 4 л/га), затем провели фрезерование в два следа и прикатывание. Травы высеяли в 1993 г. беспокровно в летний период. Луговые агроценозы создавали на основе наиболее долголетних видов — корневищных злаков и рыхлокустовой ежи сборной. Для залужения использовали районированные сорта трав: лисохвост луговой Серебристый, кострец безостый Моршанский 760, двукисточник тростниковый Первенец и ежу сборную ВИК 61. В травосмеси в качестве видов-уплотнителей добавляли мятлик луговой Йыгева 1 и тимофеевку луговую ВИК 9. Нормы высева трав, тип скороспелости и состав агроценозов представлены в таблице 1.

В год залужения проведено одно скашивание травостоев. С целью получения высококачественного травяного сырья для заготовки сенажа со второго года жизни трав проводили трехукосное использование агроценозов по принципу раннего и среднего звеньев в системе укосного конвейера. В первом укосе каждый травостой скашивали в начале фазы колошения (выметывания) преобладающего в фитоценозе вида, который определял тип его скороспелости. Во втором и третьем укосах последовательность уборки разнопоспевающих травостоев сохранялась.

Все учеты и наблюдения в полевом опыте выполняли в соответствии с методиками, принятыми в луговодстве [11]. Оценку экономиче-

ской эффективности провели по усовершенствованной во ВНИИ кормов ранее принятой методике (Михайличенко Б. П. и др., 1995) [9; 10]. В первом (начальном) периоде устанавливали, за какой срок окупаются капитальные вложения на залужение, во втором периоде выявляли эффективность ежегодных производственных затрат в последующие годы. В начальный период освоения капитальных затрат фон удобрений составил в сумме за два года (1993–1994 гг.) $N_{240}P_{75}K_{210}$, в среднем за сезон 1995–2019 гг. (период оценки ежегодных затрат на уход и использование травостоев) — $N_{180}P_{40}K_{150}$. Подкормку аммиачной селитрой и хлористым калием проводили дробно — равными частями под каждый укос, суперфосфат вносили весной. Для расчетов экономической эффективности использовали технологические карты [9] с учетом современных цен (первый квартал 2020 г.). Стоимость одной кормовой единицы полученной продукции приравнивали к цене 1 кг фуражного овса. При оценке эффективности трехукосного использования учитывали 20 % неизбежных технологических потерь урожайности и сбора кормовых единиц с 1 га при заготовке травяного сырья для сенажа (уборка комбайном Дон-680М и доставка в хранилище).

Результаты исследований. На основе комплексной оценки, включая экономическую, выявлены высокопродуктивные злаковые травостои, обеспечивающие при долголетнем трехукосном использовании заготовку качественного травяного сырья для приготовления объемистых кормов (сенажа и силоса). При организации раннего звена укосного конвейера рекомендуется для залужения травосмесь из лисохвоста лугового (11 кг/га семян при 100%-ной посевной годности) и ежи сборной (6 кг/га) или трехкомпонентная смесь из ежи сборной (12 кг/га), лисохвоста лугового (5 кг/га) и мятлика лугового (4 кг/га). В среднем за 27 лет жизни трав продуктивность одного гектара этих травостоев составила соответственно 7,2 и 7,3 т/га сухого вещества (СВ), 5,8 тыс. корм. ед. при содержании 0,81 и 0,80 корм. ед. в 1 кг СВ, 136 и 138 г/корм. ед. переваримого протеина. В качестве среднего звена конвейера перспективным оказался одновидовой посев двукисточника тростникового (10 кг/га семян), а также травосмесь из костреца безостого (14 кг/га) и тимофеевки луговой (4 кг/га). В среднем за 1993–2019 гг. с одного гектара получено соответственно 9,0 и 8,4 т/га СВ, 6,6 и 6,3 тыс. корм. ед. при содержании 0,74 и 0,75 корм. ед. в 1 кг СВ, 123 и 117 г/корм. ед. переваримого протеина.

В таблице 1 приведены капитальные вложения на создание перспективных агроценозов и производственные затраты на уход за травостоями и их использование в начальный период (в сумме за первый и второй годы жизни трав). Капитальные затраты на залужение одного гектара раннеспелых травостоев составили 14,6–14,7 тыс. рублей. При

создании среднеспелых агроценозов они были меньше — 11,3–12,3 тыс. руб. Эта разница в затратах объясняется высокой стоимостью семян лисохвоста лугового (460 руб. за 1 кг) и мятлика лугового (465 руб./кг) в раннеспелых травосмесях. Поэтому в структуре капитальных вложений затраты на семена и их посев составили при создании ранних травостоев 49–50 %, а среднеспелых агроценозов 35–40 %. Доля затрат на механическую обработку почвы была 28–29 % при залужении ранними травостоями и 34–37 % — среднеспелыми, а на применение гербицида приходилось соответственно 22 % и 26–28 % капитальных вложений. Производственные затраты (на удобрения и заготовку травяного сырья для сенажа) в сумме за 1993–1994 гг. составляли 39,0–39,3 тыс. руб./га. По сравнению с капитальными вложениями они были в 2,7–3,5 раза выше, в основном (69 % в структуре затрат) за счет применения удобрений ($N_{240}P_{75}K_{210}$ в сумме за два года). Совокупные затраты, включающие создание разнопоспевающих травостоев, уход за агроценозами и их использование, были 50,5–53,9 тыс. руб./га. Срок их окупаемости составил 1,6 года в результате получения с одного гектара 6,2–6,9 тыс. корм. ед. (с учетом 20 % потерь при заготовке сырья для сенажа).

1. Затраты на создание и использование ранних и среднеспелых трехукосных агроценозов в первый период освоения (в сумме за 1993–1994 гг.), тыс. руб./га

Тип скороспелости, состав травостоя и норма высева семян (кг/га)	Капитальные затраты			Производственные затраты				Совокупные затраты
	подготовка участка к посеву		семена трав, посев	удобрение	косьба, сгребание, валкование	подбор, измельчение	транспортировка	
	гербицид	обработка почвы						
Раннеспелый								
Лисохвост луговой (11) + ежа сборная (6)	3,2	4,2	7,3	26,9	4,1	2,3	5,7	53,7
Ежа (12) + лисохвост (5) + мятлик луговой (4)	3,2	4,2	7,2	26,9	4,1	2,3	6,0	53,9
Среднеспелый								
Кострец безостый (14) + тимофеевка луговая (4)	3,2	4,2	3,9	26,9	4,1	2,3	5,9	50,5
Двукисточник тростниковый (10)	3,2	4,2	4,9	26,9	4,1	2,3	5,9	51,5

Примечание: затраты даны с НДС (15 %).

В дальнейшем (1995–2019 гг.) оценка экономической эффективности долголетнего трехукосного использования разнопоспевающих травостоев, обеспечивающих заготовку травяного сырья из подвяленных трав для сенажа, проводилась только по текущим производственным затратам (27,7–28,8 тыс. руб./га; табл. 2).

2. Экономическая эффективность ежегодных производственных затрат при трехукосном использовании долголетних травостоев (в среднем за 1995–2019 гг.)

Тип скороспелости и состав травостоя	Ежегодные производственные затраты, тыс. руб./га	Продуктивность, корм. ед./га*	Стоимость продукции, тыс. руб./га	Себестоимость 1 корм. ед., руб.	Условно чистый доход, тыс. руб./га	Рентабельность, %
Раннеспелый						
Лисохвост луговой + ежа сборная	27,7	4791	47,0	5,8	19,3	69
Ежа + лисохвост + мятлик луговой	27,7	4771	46,8	5,8	19,1	69
Среднеспелый						
Кострец безостый + тимофеевка луговая	28,4	5174	50,7	5,5	22,3	79
Двукисточник тростниковый	28,8	5488	53,8	5,2	25,0	87

**Продуктивность травостоев приведена с учетом 20 % потерь при заготовке травяного сырья.*

По всем приемам ухода за травостоями и заготовки травяного сырья их доли в структуре производственных затрат были фактически такие же как в начальный период. Наибольшая часть затрат (66–68 %) приходилась на подкормку минеральными удобрениями ($N_{180}P_{40}K_{150}$ за сезон). Доля затрат на скашивание, сгребание, валкование составила 10–11 %, на подбор и измельчение подвяленной массы кормоуборочным комбайном Дон-680М — 6 %, а на транспортировку сырья к месту закладки и хранения сенажа — 15–18 %.

Применение рекомендованных доз удобрений и скашивание целенаправленно созданных долголетних злаковых многоукосных травостоев в оптимальные сроки [12] обеспечило производство 4,8–5,5 тыс. корм. ед./га в среднем за 25 лет пользования (с учетом 20 % потерь при заготовке сырья для сенажа). В результате высокой стоимости произведенной продукции (46,8–53,8 тыс. руб.) с 1 га получено 19,1–19,3 тыс. руб. условно чистого дохода на ранних агроценозах и 22,3–

25,0 тыс. руб. на среднеспелых травостоях. Себестоимость 1 корм. ед. (5,2–5,8 руб.) была ниже цены фуражного овса на 41–47 %, рентабельность заготовки травяного сырья при трехукосной технологии использования составила 69–87 %. Эти показатели экономической эффективности в луговом кормопроизводстве обеспечиваются в значительной мере благодаря длительному самовозобновлению корневищных злаков и рыхлокустового вида ежа сборная, а также использованию для залужения районированных сортов трав. При этом без подкормки злаковых травостоев удобрениями, и в первую очередь азотными, невозможно получить высокую урожайность и качество травяного сырья для заготовки объемистых кормов, а также сохранить устойчивое содержание сеяных видов в фитоценозе и продуктивное долголетие многоукосных травостоев.

Заключение

1. Оценка экономической эффективности показывает, что совокупные затраты (50,5–53,9 тыс. руб./га) — капитальные вложения на залужение и производственные затраты в начальный период использования перспективных злаковых травостоев окупаются за 1,6 сельскохозяйственного года.

2. В последующие 3–27-й годы жизни трав при внесении $N_{180}P_{40}K_{150}$ и трехукосном скашивании агроценозов условно чистый доход составляет 19,1–25,0 тыс. руб./га при себестоимости 1 корм. ед. 5,2–5,8 руб. и рентабельности производства 68–87 %.

3. Многоукосное использование травостоев раннего и среднего звеньев укосного конвейера обеспечивает заготовку высококачественного травяного сырья с содержанием 117–138 г/корм. ед. переваримого протеина для приготовления сенажа и силоса, что снижает расход концентратов в рационе животных.

4. За счет продуктивного долголетия агроценозов с лисохвостом луговым, ежой сборной, кострецом безостым и двукисточником тростниковым исключается 3–4 повторных залужения. Это экономит 33,9–58,8 тыс. руб./га капитальных вложений и 30–84 кг/га семян трав на создание лугов с разнопоспевающими травостоями.

Литература

1. Основные направления развития лугового кормопроизводства в России / А. А. Кутузова, Д. М. Тебердиев, К. Н. Привалова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32, № 2. – С. 17–20.
2. Инновационный ресурс производства высококачественных объемистых кормов на природных сенокосах / А. А. Кутузова, Д. М. Тебердиев, А. В. Родионова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32, № 2. – С. 40–43.
3. Кутузова А. А., Привалова К. Н. Приоритетные направления развития лугопастбищного кормопроизводства // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2012. – № 2. – С. 56–58.

4. Справочник по кормопроизводству. – 5-е изд., перераб. и доп. / под ред. В. М. Косолапова, И. А. Трофимова. – М. : Россельхозакадемия, 2014. – 716 с.
5. Экономическая эффективность систем и усовершенствованных технологий производства объемистых кормов на сенокосах / А. А. Кутузова, Д. М. Тебердиев, А. В. Родионова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33, № 6. – С. 44–50.
6. Экономическая эффективность усовершенствованных технологий создания и использования сеяных сенокосов / А. А. Кутузова, Д. М. Тебердиев, А. В. Родионова [и др.] // Кормопроизводство. – 2020. – № 3. – С. 3–8.
7. Жезмер Н. В. Экономическая эффективность длительного многоукосного использования разнопоспевающих злаковых травостоев // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. тр., вып. 24 (72) / ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». – М. : Угреша Т, 2020. – С. 24–29.
8. Жезмер Н. В. Создание долголетних разнопоспевающих травостоев для технологий интенсивного использования // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. тр., вып. 6 (54) / ФГБНУ «ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса». – М. : Угрешская типография, 2015. – С. 49–55.
9. Методическое пособие по агроэнергетической и экономической оценке технологий и систем кормопроизводства / Б. П. Михайличенко [и др.]. – М. : Типография Россельхозакадемии, 1995. – 175 с.
10. Методические подходы к оценке экономической эффективности технологий и систем ведения лугового кормопроизводства в современных условиях рыночной экономики / А. А. Кутузова, Д. М. Тебердиев, К. Н. Привалова [и др.] // Современное состояние и перспективы развития лугового кормопроизводства в XXI веке : материалы науч.-практ. конф. – Санкт-Петербург : СПб ГАУ, 2019. – С. 24–36.
11. Программа и методика научных исследований по луговодству / А. А. Кутузова [и др.] // Программа и методика проведения научных исследований по межведомственной координационной программе фундаментальных и приоритетных прикладных исследований по научному обеспечению развития агропромышленного комплекса Российской Федерации. – М., 2007. – С. 60–131.
12. Рекомендации по созданию и интенсивному укосному использованию луговых травостоев в лесной зоне европейской части СССР / Н. М. Ахламова [и др.]. – М. : Колос, 1982. – 48 с.

ECONOMIC EFFICIENCY OF LONG-TERM MULTI-MOWING USE OF DIFFERENT-RIPENING GRASS STANDS FOR HAYLAGE HARVESTING

N. V. Zhezmer

The economic assessment of the three-mowing technology for harvesting grass raw materials for haylage was carried out on the basis of new methodological approaches. The total costs (50.5–53.9 thousand rubles/ha) for the creation and use of promising different-ripening grass stands paid off in 1.6 years. In the next 3–27 years of grass life, due to the productive longevity of agrocenoses, 19.1–25.0 thousand rubles/ha of conditional net income were received. The cost of 1 feed unit was 5.2–5.8 rubles with a production margin of 69–87%.

Keywords: *different-ripening grass stands, three mowing, capital investment, annual production costs, feed cost, profitability of production.*

УДК 633.2.031

АГРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЙ СОЗДАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДОЛГОЛЕТНЕГО СЕНОКОСА

Д. М. Тебердиев, доктор сельскохозяйственных наук
А. В. Родионова, кандидат сельскохозяйственных наук
М. А. Щанникова
С. А. Запивалов

ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса», г. Лобня, Московской области, Россия,
vik_lugovod@bk.ru

DOI: https://doi.org/10.33814/MAK-2021-25-73-94-100

На долголетнем сенокосе (75 лет жизни) по пяти технологическим системам ведения выявлены высокие показатели окупаемости совокупных затрат сбором обменной энергии. Сбор обменной энергии в техногенной системе, без внесения удобрений, составляет 24,6 ГДж/га с учетом технологических потерь, в техногенно-минеральной (на фоне $N_{60–180}P_{39}K_{75}$) повышается в 1,8–2,5 раза, в органической (20 т/га навоза один раз в четыре года) — в 1,5 раза.
Ключевые слова: *долголетний сенокос, технологические системы, обменная энергия, удобрения, видовой состав, травостой.*

Сохранение продуктивного долголетия ценных по составу сеяных фитоценозов обусловлено экономической задачей снижения капитальных вложений по сравнению с коренным улучшением при краткосрочном использовании травостоев. Наряду с этим луговые агрофитоценозы являются стабилизирующим средством сохранения окружающей среды. В условиях интенсификации актуальное значение приобретает разработка энергосберегающих технологий и систем. Применение интенсивных технологий ведения луговодства на основе использования многовариантных разработок позволяет повысить продуктивность угодий за счет применяемых приемов и природных возобновляемых источников энергии [1–6].

Наиболее эффективным приемом увеличения продуктивности сенокосов, улучшения видового состава и качества получаемого корма является применение органических и минеральных удобрений [7–14]. Несмотря на увеличение затрат, целесообразность интенсификации очевидна из-за значительного повышения продуктивности угодий. Для рационального использования материальных и трудовых ресурсов важно определить роль природных и антропогенных факторов в воспроизводстве энергии в агроэкосистеме.

Методика исследований. Исследования проводились на типич-

ном суходольном лугу временно-избыточного увлажнения с дерново-подзолистой почвой на травостое, созданном в 1946 г. посевом сложной травосмеси. Опыт заложен методом обычных повторений при систематическом размещении вариантов. Площадь делянки — 104 $м^2$, повторность четырехкратная. Травосмесь состояла из клевера лугового (*Trifolium pratense* L., 3 кг/га), клевера ползучего (*Trifolium repens* L., 2 кг/га), тимофеевки луговой (*Phleum pratense* L., 4 кг/га), овсяницы луговой (*Festuca pratensis* Huds., 10 кг/га), лисохвоста лугового (*Alopecurus pratensis* L., 3 кг/га), костреца безостого (*Bromopsis inermis* Leyss., 3 кг/га), мятлика лугового (*Poa pratensis* L., 2 кг/га). Перед посевом трав в слое почвы 0–20 см содержалось 2,03 % гумуса, 70 мг/кг обменного калия, 50 мг/кг подвижного фосфора, $pH_{сол}$ — 4,3.

Виды удобрений: аммиачная селитра, двойной суперфосфат, хлористый калий. Дозы фосфорных и калийных удобрений несколько раз менялись в течение эксперимента: в 1947–1958 гг. — $P_{30}K_{30}$, в 1959–1972 гг. — $P_{30}K_{60}$, в 1973–1976 гг. — $P_{30}K_{90}$, в 1977–2020 гг. — $P_{45}K_{90}$, средние дозы за период исследований — $P_{39}K_{75}$. Азотные удобрения в дозах 60, 90, 120, 180 кг/га действующего вещества в полном удобрении вносились неизменно с 1957 г. Азотные и калийные удобрения вносились дробно под цикл отрастания, фосфорные — весной. Навоз вносили поверхностно (без заделки), начиная с 1950 г., в осенний период один раз в четыре года. Навоз полуперепревший (после хранения в течение пяти–шести месяцев), с содержанием в среднем: N — 0,40 %, P_2O_5 — 0,25 %, K_2O — 0,45 %. Использование травостоя двуукосное. Первый укос проводили в фазу массового цветения доминирующего злака (лисохвоста лугового) в середине июня, второй — в первой декаде сентября. Учеты и наблюдения проводились по методикам исследований, принятым в луговодстве. Агроэнергетическую оценку технологических систем ведения выполняли в соответствии с методическими пособиями [15; 16].

Результаты исследований. В среднем за последние 28 лет (1993–2020 гг.) урожайность травостоя в техногенной системе (контроль без удобрений) составила 3,3 т/га сухого вещества (СВ), сбор обменной энергии (ОЭ) с учетом технологических потерь — 24,6 ГДж/га. В интегрированной системе на фоне $P_{39}K_{75}$ урожайность увеличивается на 51 %, в техногенно-минеральной на фоне $N_{60–180}P_{39}K_{75}$ — на 80–149 %, что составляет 5,9–8,2 т/га СВ и 44,2–61,4 ГДж/га ОЭ. При применении органической системы на фоне внесения 20 т/га навоза один раз в четыре года сбор обменной энергии составляет 37,1 ГДж/га, что на 51 % больше контроля. Использование комбинированной (органо-минеральной) системы привело к увеличению урожайности травостоя до 7,4 т/га СВ и 55,5 ГДж/га ОЭ — выше на 17 % по сравнению с техно-

генной системой и на 65 % по сравнению с органической.

Состав семикомпонентной травосмеси, высеянной в 1946 г., изменялся по годам пользования под действием удобрений и метеорологических условий. Первые тридцать лет происходило переформирование травостоя: из него выпали краткосрочные виды (овсяница луговая, тимофеевка луговая, клевер луговой), что способствовало увеличению доли участия лисохвоста лугового, костреца безостого, мятлика лугового, внедрилась овсяница красная, которая являлась на протяжении последних 44 лет доминантом в травостоях без внесения удобрений, на фоне PK, NK, NP (техногенная и интегрированная системы); при внесении $N_{60–90}$PK доминантом на протяжении всего периода использования травостоя является лисохвост луговой. Внесение азота в дозе N_{180} способствовало увеличению доли костреца безостого, который становится доминантом. На 74-й год пользования (2020 г.) в системах без азотных удобрений доминируют низовые виды — 65–73 %, основу которых составляет овсяница красная, участие верховых видов составляет 1–26 %. В техногенно-минеральной (N_{90}PK) и комбинированной системах доминирующими видами являются лисохвост луговой и ежа сборная — 76–79 %, при увеличении дозы азота (в варианте N_{180}PK) преобладает кострец безостый — 71 %. Значительное участие этих видов в составе агрофитоценоза способствовало высокой продуктивности травостоев, сбору сырого протеина до 877 кг/га и получению сена первого и второго классов.

В таблице показана структура приведенных затрат, включающих капитальные и текущие производственные затраты на использование сенокоса и уход. В структуре совокупных капитальных затрат антропогенные затраты на обработку почвы составили 21 %, на внесение пяти тонн извести — 67 %, на подготовку и посев травосмеси — 12 %. В целом капитальные вложения составили 31,08 ГДж/га, в среднем за 75 лет — 0,41 ГДж/га.

За время проведения исследований на долголетнем сенокосе проведено четыре поддерживающих внесения извести: в 1959 и 1980 гг. — по 3,0 т/га, в 1992 г. — 4,5 т/га, в 2008 г. — 4,5 т/га. Итоговая доза извести составила 15 тонн. По данным А. А. Кутузовой и В. П. Мельничука, ежегодно из почвы вымывается одна тонна извести, следовательно, ежегодные затраты на внесение извести в опыте составили 4,76 ГДж/га [17].

Таким образом, в ежегодные производственные затраты входило внесение извести — 15–57 %, подготовка и внесение минеральных и органических удобрений — 13–63 % в зависимости от системы ведения, скашивание растительной массы, ворошение, валкование и рулонная заготовка — 12–33 %, транспортировка рулонов на 5 км с учетом погрузки, выгрузки и складирования — 7–12 %.

Таблица. Агроэнергетическая эффективность технологических систем создания и использования долголетнего сенокоса за последние 28 лет

Вариант опыта, удобрение	Затраты, ГДж/га		Структура приведенных затрат, %		Производство обменной энергии на 1 га (с учетом технологических потерь)			Эффективность антропогенных затрат			
	капитальные, в среднем за 75 лет	текущие производственные на уход и использование	капитальные	текущие	всего, ГДж	в т. ч. за счет природных факторов		совокупные затраты энергии, ГДж/га	АК, %	затраты на 1 ГДж ОЭ, МДж	на 1 ц сырого протеина, ГДж
						ГДж	%				
Техногенная система											
Без удобрений	0,41	8,30	5	95	24,6	15,89	64	8,71	275	363	1,92
Интегрированная система											
$P_{39}K_{75}$	0,41	10,45	4	96	37,0	26,14	71	10,86	325	308	3,08
Техногенно-минеральная система											
$N_{60}P_{39}K_{75}$	0,41	16,15	3	97	44,2	27,64	62	16,56	254	370	3,26
$N_{90}P_{39}K_{75}$	0,41	18,93	2	98	47,0	27,61	59	19,39	230	435	3,29
$N_{180}P_{39}K_{75}$	0,41	28,33	2	98	61,4	32,66	53	28,74	205	487	3,22
Органическая система											
20 т/га навоза 1 раз в 4 года	0,41	16,66	2	98	37,1	20,03	54	17,07	214	466	3,97
Комбинированная система (органо-минеральная)											
20 т/га навоза 1 раз в 4 года + $N_{90}P_{39}K_{75}$	0,41	26,97	2	98	55,5	28,12	51	27,38	191	522	4,04

Самые низкие приведенные затраты на создание долголетнего сенокоса и уход составили 8,71 ГДж/га в техногенной системе. В интегрированной системе затраты увеличились на 12 % за счет внесения фосфорно-калийного удобрения.

Наибольшие затраты отмечены в техногенно-минеральной системе (фон $N_{180}PK$) — 28,74 ГДж/га, что в 3,3 раза выше контроля, при внесении $N_{60}PK$ затраты снижаются до 16,56 ГДж/га. В органической системе, предусматривающей внесение 20 т/га навоза один раз в четыре года, приведенные затраты составили 17,07 ГДж/га, что соответствует внесению $N_{60}PK$ в техногенно-минеральной системе. В комбинированной системе затраты составили 27,38 ГДж/га, что в 3,1 раза выше контроля и на 38 % выше, чем в органической системе.

В целом в структуре приведенных затрат текущие затраты составили 95–98 %, а капитальные — всего 2–5 %, что объясняется долголетием созданного травостоя (75 лет).

В техногенной системе доля природных факторов в структуре производства обменной энергии составила 16 ГДж/га, или 64 % от общего сбора обменной энергии, в интегрированной системе увеличилась в 1,6 раза по сравнению с контролем. При использовании техногенно-минеральной системы, предусматривающей внесение $N_{60–180}PK$, значительно повышается доля природных факторов по сравнению с контролем — на 74–105 %. В органической системе за счет природных факторов получено 20 ГДж/га, в комбинированной системе — 28 ГДж/га, что выше контроля в 3,5 раза и практически равноценно внесению $N_{60–90}PK$.

Агроэнергетическую оценку эффективности антропогенных затрат на создание и использование долголетнего сенокоса проводили по сбору обменной энергии с учетом 25 % технологических потерь.

Агроэнергетический коэффициент окупаемости затрат антропогенной энергии за счет сбора обменной энергии в техногенной системе составил 275 %. В интегрированной системе увеличивается доля природных факторов, что приводит к высокой окупаемости антропогенных затрат — 325 %. Использование техногенно-минеральной системы способствует увеличению сбора обменной энергии до 44,2–61,4 ГДж/га, окупаемость антропогенных затрат снижается до 205–254 %. Самая низкая окупаемость антропогенных затрат отмечена в комбинированной системе — 191 %, что в 1,4 раза ниже контроля и в 1,1 раза ниже, чем в органической системе.

Удельные затраты антропогенной энергии на производство 1 ГДж обменной энергии в техногенной системе составили 363 МДж, в интегрированной — 308 МДж. В техногенно-минеральной системе затраты были в 1–1,3 раза выше контроля, в органической и комбинированной системах — соответственно в 1,3 и 1,4 раза выше контроля.

Удельные затраты антропогенной энергии на производство 1 ц сырого протеина в техногенной системе составили 1,92 ГДж, в интегрированной системе они увеличились в 1,6 раза. В техногенно-минеральной системе резких различий по удельным затратам антропогенной энергии не наблюдалось — 3,22–3,29 ГДж. Незначительное увеличение удельных затрат отмечено в органической и комбинированной системах — соответственно 3,97 и 4,04 ГДж.

Высокие агроэнергетические коэффициенты получены благодаря значительной доле природных факторов в структуре производства обменной энергии.

Заключение. На основании проведенных исследований установлена возможность сохранения высокой продуктивности при длительном использовании самовозобновляющихся агрофитоценозов. Совокупные затраты на технологии окупались сбором обменной энергии по системам в 4–6 раз. Для обеспечения высокой продуктивности долголетнего сенокоса на уровне 44–61 ГДж/га ОЭ необходимо применять техногенно-минеральную систему на фоне $N_{90–180}P_{39}K_{75}$ и комбинированную — 56 ГДж/га ОЭ, что позволяет экономить капитальные затраты на залужение. Полученные результаты дают хозяйствам возможность выбора разработанных многовариантных систем ведения сенокоса в зависимости от обеспеченности техническими и финансовыми средствами.

Литература

1. Справочник по кормопроизводству / Под ред. В. М. Косолапова, И. А. Трофимова : 5-е изд. перераб. и дополн. – М. : Россельхозакадемия, 2014. – 717 с.
2. Многовариантные ресурсо- и энергосберегающие технологии коренного улучшения основных типов природных кормовых угодий по зонам России (Рекомендации) / А. А. Кутузова, А. А. Зотов, Д. М. Тебердиев [и др.]. – М., 2008. – 50 с.
3. Кутузова А. А., Тебердиев Д. М., Родионова А. В. Эффективность антропогенных затрат и природных факторов на долголетнем сенокосе // Кормопроизводство. – 2016. – № 10. – С. 8–12.
4. Основные направления развития лугового кормопроизводства в России / А. А. Кутузова, Д. М. Тебердиев, К. Н. Привалова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – № 2. – С. 17–20.
5. Ресурсосберегающие технологии улучшения сенокосов и пастбищ в Центрально-Черноземном районе (руководство) / А. А. Зотов, А. А. Кутузова, В. М. Косолапов [и др.] – М. : ФГУ РЦСК, 2012. – 54 с.
6. Эффективные системы производства кормов на пастбищах и сенокосах России и Польши : монография / В. М. Косолапов, А. А. Кутузова, Д. М. Тебердиев [и др.] / Под науч. ред. доктора с.-х. наук, чл. –корр. РАН В. М. Косолапова (Россия) и доктора с.-х. наук Е. Барщевски (Польша). – М. : Угрешская типография, 2015. – 348 с.
7. Привалова К. Н. Биологический потенциал самовозобновляющихся видов многолетних трав в составе разновозрастных пастбищных травостоев // Мно-

гофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. тр., вып. 24 (72). – М., 2020. – С. 14–18.
8. Привалова К. Н., Каримов Р. Р. Агроэнергетическая эффективность производства пастбищного корма на долголетних райграсовых и фестулолиумовых травостоях // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. тр., вып. 19 (67). – М., 2018. –С. 74–79.
9. Привалова К. Н., Алтунин Д. А. Ботанический состав долголетних фитоценозов и качество корма при разных технологических системах ведения пастбища // Адаптивное кормопроизводство. – 2018. – № 1. – С. 20–25.
10. Смирнова А. В. Влияние минеральных и органических систем удобрения на продуктивность долголетнего пастбищного травостоя // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. тр., вып. 24 (72). – М., 2020. – С. 39–43.
11. Ромашов П. И. Удобрение сенокосов и пастбищ. – М. : Колос, 1969. – 184 с.
12. Жезмер Н. В. Экономическая эффективность длительного многоукосного использования разнопоспевающих злаковых травостоев // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. тр., вып. 24 (72). – М., 2020. –С. 24–29.
13. Жезмер Н. В. Агроэнергетическая эффективность технологий создания и долголетнего укосного использования разнопоспевающих агроценозов // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. тр., вып. 14 (62). – М., 2017. – С. 68–73.
14. Привалова К. Н. Продуктивность разновозрастных пастбищных травостоев // Кормопроизводство. – 1999. – № 11. – С. 12–14.
15. Михайличенко Б. П., Шпаков А. С., Кутузова А. А. Методическое пособие по агроэнергетической оценке технологий и систем ведения кормопроизводства. – М. : Россельхозакадемия, 2000. – 52 с.
16. Кутузова А. А., Трофимова Л. С., Проворная Е. Е. Новый метод энергетической оценки луговых агроэкосистем // Программа и методика проведения научных исследований по луговодству (по Межведомственной координационной программе НИР Россельхозакадемии на 2011–2015 гг.) / Под ред. А. А. Кутузовой, К. Н. Приваловой. – М. : ФГОУ РЦСК, 2011. – С. 128–163.
17. Кутузова А. А., Мельничук В. П. Известкование и гипсование почв на культурных пастбищах // Создание и использование долголетних культурных пастбищ : комплект плакатов. – 1978. – 1 плакат.

AGROENERGY EFFICIENCY OF TECHNOLOGIES FOR CREATING AND USING OF LONG-YEAR HAYMAKING

D. M. Teberdiev, A. V. Rodionova, M. A. Shchannikova, S. A. Zapivalov

High rates of recoupment of total costs by collecting exchange energy were revealed in long-term haymaking (75 years of life) for five technological systems of management. The collection of metabolic energy in a technogenic system without fertilization is 24.6 GJ per hectare, taking into account technological losses, in a technogenic-mineral system ($N_{60-180}P_{39}K_{75}$) it increases by 1.8-2.5 times, in an organic system (20 tons per hectare of manure once every four years) it increases by 1.5 times.
Keywords: *long-term haymaking, technological systems, metabolic energy, fertilizers, species composition, herbage.*

УДК 631.582.9

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ФЕСТУЛОЛИУМОВЫХ ТРАВОСТОЕВ ПРИ КРАТКОСРОЧНОМ И ДОЛГОЛЕТНЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ

К. Н. Привалова, доктор сельскохозяйственных наук
Р. Р. Каримов, кандидат сельскохозяйственных наук

ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса», г. Лобня, Московской области, Россия,
vik_lugovod@bk.ru

DOI: https://doi.org/10.33814/MAK-2021-25-73-101-105

В результате исследований в 2004–2017 гг. выявлен высокий энергетический потенциал пастбищных технологий с травостоями, созданными на основе отечественного сорта фестулолиума ВИК 90 при 6- и 14-летнем сроках использования. Приведено соотношение антропогенных и природных факторов при производстве пастбищного корма. При этом выявлена ведущая роль возобновляемых природных факторов — в структуре производства обменной энергии на их долю приходится 66–71 %.

Ключевые слова: *пастбища, фестулолиумовые травостои, обменная энергия, антропогенные затраты, природные факторы.*

В настоящее время в условиях ограниченных антропогенных ресурсов для более эффективного их использования перспективны ресурсоэкономичные технологии кормопроизводства [1; 2]. Совершенствование технологий в этом направлении возможно на основе применения метода агроэнергетической их оценки. Использование этого метода позволяет определить затраты антропогенной энергии, живого и овеществленного труда в единых показателях на основе международной системы СИ (в джоулях), окупаемость затрат и роль природных факторов в производстве обменной энергии. Повышение энергоэкономичности в луговом кормопроизводстве базируется на многостороннем использовании фактора биологизации, в том числе увеличении долголетия травостоев за счет целенаправленного подбора видов в их состав. В последние годы при организации раннего звена пастбищного конвейера наряду с традиционным злаком (ежой сборной) используют новый вид: фестулолиум, созданный на основе гибридизации различных видов овсяницы и райграса [3–6].

Сотрудники ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса создали сорт фестулолиума ВИК 90, который с 1997 г. рекомендован к возделыванию во всех регионах России [7]. Исследования по целенаправленному конструированию пастбищных травостоев на основе этого сорта обосновали возможность увеличения срока их продуктивного использования до

14 лет благодаря реализации биологического потенциала многолетних трав — способности к долголетию и самовозобновлению [8].

Методика и условия проведения исследований. Полевой опыт проводили в течение 14 лет на Центральной экспериментальной базе ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса. Опытный участок по типологии относится к суходолу временно избыточного увлажнения. Почва подзолистая среднесуглинистая слабокислая ($pH_{сол}$ — 5,5). Использование травостоев проводили по типу раннего загона — четыре цикла за сезон в фазу кущения – выхода в трубку доминирующих злаков. Сезонная доза удобрений составила $N_{90}P_{30}K_{75}$ в год залужения и $N_{180}P_{60}K_{150}$ на 2–14-й годы (N_{45} для формирования каждого цикла). Схема опыта включала базовый (контрольный) вариант с традиционной злаковой травосмесью в составе ежи сборной, тимофеевки луговой и мятлика лугового и шесть травосмесей, созданных на основе фестулолиума. Агроэнергетическую оценку технологий производства корма выполняли на основе типовых технологических карт, включающих проведение всех работ, связанных как с единовременными (разовыми), так и текущими (ежегодными) затратами, в соответствии с методическими пособиями [9; 10].

В структуру единовременных капитальных затрат включали расход энергии на залужение (обработка почвы и посев) и огораживание территории пастбища комбинированной изгородью. При оценке ежегодных производственных затрат учитывали расход энергии на удобрение, выпас животных, подкашивание несъеденной травы, ремонт изгороди. В таблице приведены результаты энергетической оценки пастбищных технологий со всеми изучаемыми травостоями первого–шестого годов пользования и с тремя травостоями, сохранившими ценный ботанический состав и высокую продуктивность в течение четырнадцати лет.

Агроэнергетическая оценка пастбищных технологий с фестулолиумовыми травостоями разного состава позволила сравнить в единых показателях (ГДж) продуктивность и совокупные затраты антропогенной энергии, определить долю природных факторов в структуре производства обменной энергии корма. Единовременные капитальные энергетические вложения на организацию пастбищ (залужение и огораживание участка) составили 12,5–12,8 ГДж/га, среднегодовые при шестилетнем сроке использования — 1,7–1,8 ГДж/га, при четырнадцатилетнем сроке — 1,0–1,1 ГДж/га. В структуре разовых энергозатрат 52–54 % приходится на обработку почвы, 41–42 % — на огораживание пастбища, остальные 5–7 % — на семена трав и посев. Ежегодные текущие энергозатраты составили 20,4–20,5 ГДж/га при 14-летнем сроке использования и снизились до 18,8–18,9 ГДж/га при 6-летнем сроке в результате того, что в год залужения (1-й год пользования) применили половину сезон-

ной дозы удобрений ($N_{90}P_{30}K_{75}$) и ремонт изгороди начинали с третьего года пользования. Основная доля ежегодных энергозатрат (86–88 %) приходилась на применение удобрений, 6 % — на оплату пастуха, остальные 6–8 % — на подкашивание несъеденной травы и ремонт изгороди. В структуре среднегодовых приведенных энергозатрат текущие затраты достигали 92–95%, капитальные вложения составляли всего 5–8%.

Таблица. Соотношение антропогенных и природных факторов в производстве пастбищного корма

Состав травосмеси, норма высева семян, кг/га	Произведено обменной энергии (поедаемый корм), ГДж/га					Эффективность антропогенных затрат		
	всего	за счет антропогенных затрат		за счет природных факторов		АК, %	удельные затраты, МДЖ	
		ГДж	%	ГДж	%		на 1 ГДж ОЭ	на 1 кг СП
Травостои 1-6-го годов пользования								
Ежа сборная (6) + тимофеевка луговая (4) + мятлик луговой (2) — базовая	69,6	20,7	30	48,9	70	336	297	20,0
Фестулолиум (18)	65,9	20,6	31	45,3	69	320	313	22,8
Фестулолиум(12) + ежа сборная (4)	68,7	20,7	30	48,0	70	332	301	21,6
Фестулолиум (12) + тимофеевка луговая (4)	67,2	20,7	31	46,5	69	325	308	22,2
Фестулолиум (12) + овсяница луговая (4)	64,6	20,6	32	44,1	68	315	317	22,0
Фестулолиум (12) + мятлик луговой (2)	66,9	20,6	31	46,3	69	325	308	21,5
Фестулолиум (12) + ежа сборная (4) + мятлик луговой (2)	71,2	20,8	29	50,4	71	342	292	20,8
Травостои 1-14-го годов пользования								
Ежа сборная (6) + тимофеевка луговая (4)+ мятлик луговой (2) — базовая	65,0	21,5	33	43,5	67	302	331	20,8
Фестулолиум (12) + ежа сборная (4)	66,8	21,5	32	45,3	68	311	322	21,2
Фестулолиум (12) + мятлик луговой (2)	63,9	21,5	34	42,4	66	297	336	22,0
Фестулолиум (12) + ежа сборная (4) + мятлик луговой (2)	68,8	21,6	31	47,2	69	318	314	20,7

Высокая продуктивность травостоев с участием фестулолиума — 65–71 ГДж/га обменной энергии при 6-летнем использовании и 64–69 ГДж/га — при 14-летнем сроке на 66–71 % обеспечена за счет природных факторов.

Эффективность антропогенных затрат определяли по агроэнергетическому коэффициенту (АК) — соотношению сбора обменной энергии (с учетом 85 % поедаемого корма) и совокупных энергозатрат. Наиболее высокая окупаемость антропогенных затрат — 342 % при 6-летнем и 318 % при 14-летнем сроке использования получена на перспективном травостое в составе фестулолиума, ежи сборной и мятлика лугового.

Удельные затраты на производство 1 ГДж обменной энергии составили (в МДж): 293—317 при 6-летнем использовании травостоев и 314–331 — при 14-летнем сроке. Отмечена тенденция снижения удельных затрат на производство корма при использовании долголетнего перспективного травостоя.

Заключение. В результате агроэнергетической оценки пастбищных технологий с травостоями, созданными на основе отечественного сорта фестулолиума ВИК 90, установлена высокая окупаемость совокупных затрат антропогенной энергии — 315-342 % при 6-летнем и 297–318 % при 14-летнем сроках использования.

Увеличение срока использования травостоев до 14 лет позволяет экономить 12,5–12,8 ГДж/га энергозатрат благодаря исключению повторного залужения.

Установлено соотношение затрат антропогенной энергии и использования природных факторов при производстве обменной энергии.

В структуре производства обменной энергии пастбищного корма доля природных факторов достигала 68–71 % при использовании краткосрочных и 66–69 % — долголетних травостоев.

Литература

1. Жученко А. А. Ресурсоэкономичность интенсификационных процессов // Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Теория и практика. В 3 томах. – М. : Агрорус, 2008. – Т. I. – С. 667–701.

2. Кутузова А. А. Современное состояние и перспективы лугового кормопроизводства России XXI века // Современное состояние и перспективы развития лугового кормопроизводства в XXI веке : сб. науч. тр. по материалам науч.-практ. конф. – СПб, 2018. – С. 7–13.

3. Возделывание и использование новой кормовой культуры — фестулолиума на корм и семена : методическое пособие / Н. И. Переправо, В. М. Косолапов [и др.]. – М., 2012. – 27 с.

4. Привалова К. Н., Каримов Р. Р. Потенциал пастбищных травостоев на основе фестулолиума в условиях Нечерноземной зоны России // Проблемы интенсификации животноводства с учетом охраны окружающей среды и производства альтернативных источников энергии : монография / Под ред. Проф. В. Романюка. – Фаленты–Варшава, 2015. – С. 179–181.
5. Привалова К. Н. Фестулолиум в пастбищном конвейере // Животноводство России. – 2017. – Июль. – С. 43–45.
6. Привалова К. Н., Каримов Р. Р. Фестулолиум (Festulolium) — новая кормовая культура в луговом кормопроизводстве России // Основные, малораспространенные и нетрадиционные виды растений — от изучения к внедрению (сельскохозяйственные и биологические науки) : сб. науч. тр. по материалам междунар. науч.-практ. конф. (с. Круты, 14–15 марта 2018 г.). – Круты, 2018. – Т. 3. – С. 209–217.
7. Создание сортов многолетних злаковых трав для различных экологических условий Центральной России / Г. Ф. Кулешов, С. И. Костенко [и др.] // Кормопроизводство: проблемы и пути решения : сб. науч. тр. – М., 2007. – С. 294–301.
8. Привалова К. Н. Каримов Р. Р. Переформирование краткосрочных травостоев с участием фестулолиума в долголетние фитоценозы // Доклады ТСХА : сб. статей по материалам науч.-практ. конф. – М. : Изд-во РГАУ–МСХА, 2019. – Вып. 291 (ч. III). – С. 482–485.
9. Методическое пособие по агроэнергетической и экономической оценке технологий и систем кормопроизводства // Б. П. Михайличенко, А. А. Кутузова, Ю. К. Новоселов [и др.]. – М. : Россельхозакадемия, 1995. – 174 с.
10. Методическое пособие по агроэнергетической оценке технологий и систем кормопроизводства // Б. П. Михайличенко [и др.]. – М., 2000. – 53 с.

ENERGY POTENTIAL FESTULOLIUM HERBAGE WITH SHORT-TERM AND LONG-TERM USE

K. N. Privalova,
R. R. Karimov

The studies for the period 2004–2017, he reveals a high energy potential of pasture herbage technologies, created on the basis of domestic varieties of Festulolium VIK 90 at 6- and 14-year-old terms of use. The ratio of anthropogenic and natural factors in the production of pasture feed is given. At the same time, the leading role of renewable natural factors has been revealed: they account for 66–71% of the structure of metabolic energy production.
Keywords: *pastures, Festulolium stands, metabolic energy, anthropogenic costs, natural factors.*

УДК 633.2.038

БОТАНИЧЕСКИЙ СОСТАВ И КАЧЕСТВО КОРМА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПАСТБИЩНЫХ ТРАВОСТОЕВ С УЧАСТИЕМ ФЕСТУЛОЛИУМА

К. Н. Привалова, доктор сельскохозяйственных наук
Р. Р. Каримов, кандидат сельскохозяйственных наук

ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса», г. Лобня, Московской области, Россия,
vik_lugovod@mail.ru

Приведены результаты 14-летних исследований по ботаническому составу и качеству пастбищного корма при использовании травостоев, созданных на основе отечественного сорта фестулолиума ВИК 90. Экспериментально обоснована перспективная травосмесь в составе фестулолиума, ежи сборной и мятлика лугового.
Ключевые слова: *фестулолиум, травосмеси, пастбищные травостои, срок использования, ботанический состав, качество корма.*

DOI: https://doi.org/10.33814/MAK-2021-25-73-106-112

Введение. Для устойчивого развития молочного скотоводства особая роль должна отводиться созданию продуктивных культурных пастбищ, эффективность которых в значительной степени определяется правильным подбором травосмесей [1–4]. Создание и районирование новых сортов многолетних трав для лугового кормопроизводства требует постоянного совершенствования состава травосмесей [5–8]. В Центральных областях лесной зоны для организации раннего звена пастбищного конвейера разработана и рекомендована травосмесь на основе традиционного злака — ежи сборной [9; 10]. В последние годы в состав раннеспелых травосмесей наряду с ежой сборной включают новый рыхлокустовой злак фестулолиум — межродовой гибрид овсяницы (Festuca) и райграса (Lolium). Отечественные сорта фестулолиума превосходят европейские аналоги по зимостойкости, засухоустойчивости, качеству корма [11]. В государственный реестр селекционных достижений (2019 г.) включено 18 сортов фестулолиума, в том числе семь отечественных. Сотрудники ВНИИ кормов создали тетраплоидный сорт фестулолиума ВИК 90, морфологически близкий к райграсу [12]. С 1997 г. сорт рекомендован к возделыванию во всех регионах России. В последние годы в ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» проведены исследования по выявлению потенциала этого сорта в составе травостоев разного состава и возраста [13–16]. В задачу исследований входило — за счет целенаправленного подбора злаковых видов трав, дополняющих фесту-

лолиум, выявить наиболее полноценную по составу и качеству корма травосмесь, обеспечивающую устойчивость и продуктивное долголетие.

Условия и методика проведения исследований. Работа выполнена на экспериментальной базе ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» (Московская область) в соответствии с заданием тематического плана.

Полевой опыт проведен на суходоле с дерново-подзолистой, среднесуглинистой почвой, типичной для Центрального Нечерноземья. В слое почвы 0–20 см содержалось 2,5 % гумуса, 155 мг/кг P_2O_5 и 72 мг/кг K_2O, $pH_{сол}$ — 5,5.

Схема опыта по составу травосмесей и нормам высева семян трав представлена в таблице. Режим использования травостоев — четыре цикла за сезон по принципу раннего загона в фазу кущения – начала выхода в трубку доминирующих злаков. Фон удобрений — $N_{90}P_{30}K_{75}$ в год залужения и $N_{180}P_{60}K_{150}$ — на 2–14-й годы (по N_{45} для формирования каждого цикла).

Ботанический состав злаковых травостоев по годам и циклам использования определяли методом весового анализа средних проб с учетом сеяных и внедрившихся видов трав. Биохимический состав корма определяли в лаборатории массовых анализов ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»: сырую клетчатку — методом Ганнеберга и Штомана (ГОСТ 31675-2012), общий азот — фотометрическим методом (ГОСТ 13496.-4-93) сырую золу — сухим озолением (ГОСТ 26226), сырой жир — по Рушковскому (ГОСТ 13496.15-97) [17].

Результаты исследований. На основе изучения фитоценотического фактора — реакции фестулолиума на дополняющие его виды злаковых трав — обоснованы особенности формирования травостоев при краткосрочном и долголетнем использовании (таблица).

Таблица. Урожайность фестулолиума при использовании травостоев разного состава и возраста (ц/га СВ)

Травосмесь, норма высева семян (кг/га)	В среднем за годы жизни					
	1–4-й		5–6-й		7–14-й	
	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%
Фестулолиум (18)	55,4	100	48,6	100	19,2	100
Фестулолиум (12) + ежа сборная (4)	30,7	55	18,8	39	11,6	60
Фестулолиум (12) + тимофеевка луговая (4)	47,8	86	45,6	94	16,4	85
Фестулолиум (12) + овсяница луговая (4)	49,5	89	44,0	90	15,0	78
Фестулолиум (12) + мятлик луговой (2)	50,8	92	45,1	93	15,7	82
Фестулолиум (12) + ежа сборная (4) + мятлик луговой (2)	30,6	55	19,4	40	12,7	66

При дополнении фестулолиума тимофеевкой луговой, овсяницей луговой или мятликом луговым — злаком, медленно развивающимся в

первые годы жизни, высокая урожайность фестулолиума сохранялась в течение шести лет: 47,8–50,8 ц/га в 1–4-й годы и 44,0–45,6 ц/га на 5–6-й годы. Наиболее заметное влияние на урожайность фестулолиума оказал ценотически сильный злак — ежа сборная; снижение урожайности достигало 1,5 раза в первые четыре года и 2,5 раза на пятый–шестой годы жизни. На 7–14-й годы жизни отмечено резкое (в 2,4–3,2 раза) снижение урожайности фестулолиума по сравнению с первым–четвертым годами жизни.

При дополнении фестулолиума тимофеевкой луговой или овсяницей луговой полноценные травостои с высоким содержанием сеяных злаковых трав (70–73 %) сохраняются только при шестилетнем использовании (рисунок). При этом фестулолиум является основным доминирующим видом при участии 62–65 % в среднем за 6 лет.

На 7–14-й годы жизни содержание сеяных злаков в составе этих травостоев снизилось до 22–26 % в результате внедрения дикорастущих видов трав. Включение в травосмесь короткокорневищного вида — мятлика лугового, способного к вегетативному самовозобновлению, в 1–6-й годы жизни участие сеяных злаков достигало 73 % при доминировании фестулолиума (65 %). На 7–14-й годы жизни отмечено формирование долголетнего самовозобновляющегося фитоценоза с содержанием 60 % сеяных злаков благодаря высокой фитоценотической роли мятлика лугового. Начиная с седьмого года жизни, мятлик луговой занимал доминирующее положение, его содержание на 12-й год жизни в благоприятных условиях тепло- и влагообепеченности (2015 г.) достигало 58 %. Наиболее высокая флуктуационная (разногодичная) изменчивость состава фитоценозов проявляется при включении в травосмесь ценотически сильного злака — ежи сборной. Начиная с третьего года жизни, она становится доминирующим видом, сохраняя высокое участие (42–45%) в травостоях 7–14-го года жизни. Наиболее полноценный фитоценоз с высоким и стабильным по годам содержанием сеяных злаков 87 % в 1–6-й годы и 82 % на 7–14-й годы (при 69 % в базовом варианте) сформировался при высеве трехкомпонентной травосмеси в составе фестулолиума, ежи сборной и мятлика лугового. Долголетнее сохранение ценного ботанического состава фитоценоза достигается благодаря флуктуационному взаимовлиянию злаковых трав во времени. При близком содержании ежи сборной в 1–6-й и 7–14-й годы — соответственно 48 и 45 %, снижение участия фестулолиума во второй период с 33 до 17 % компенсировалось увеличением содержания мятлика лугового с 5 до 20 %. Выявленные особенности разногодичной изменчивости состава травостоя имеют большое практическое значение для конструирования долголетних полноценных фитоценозов.

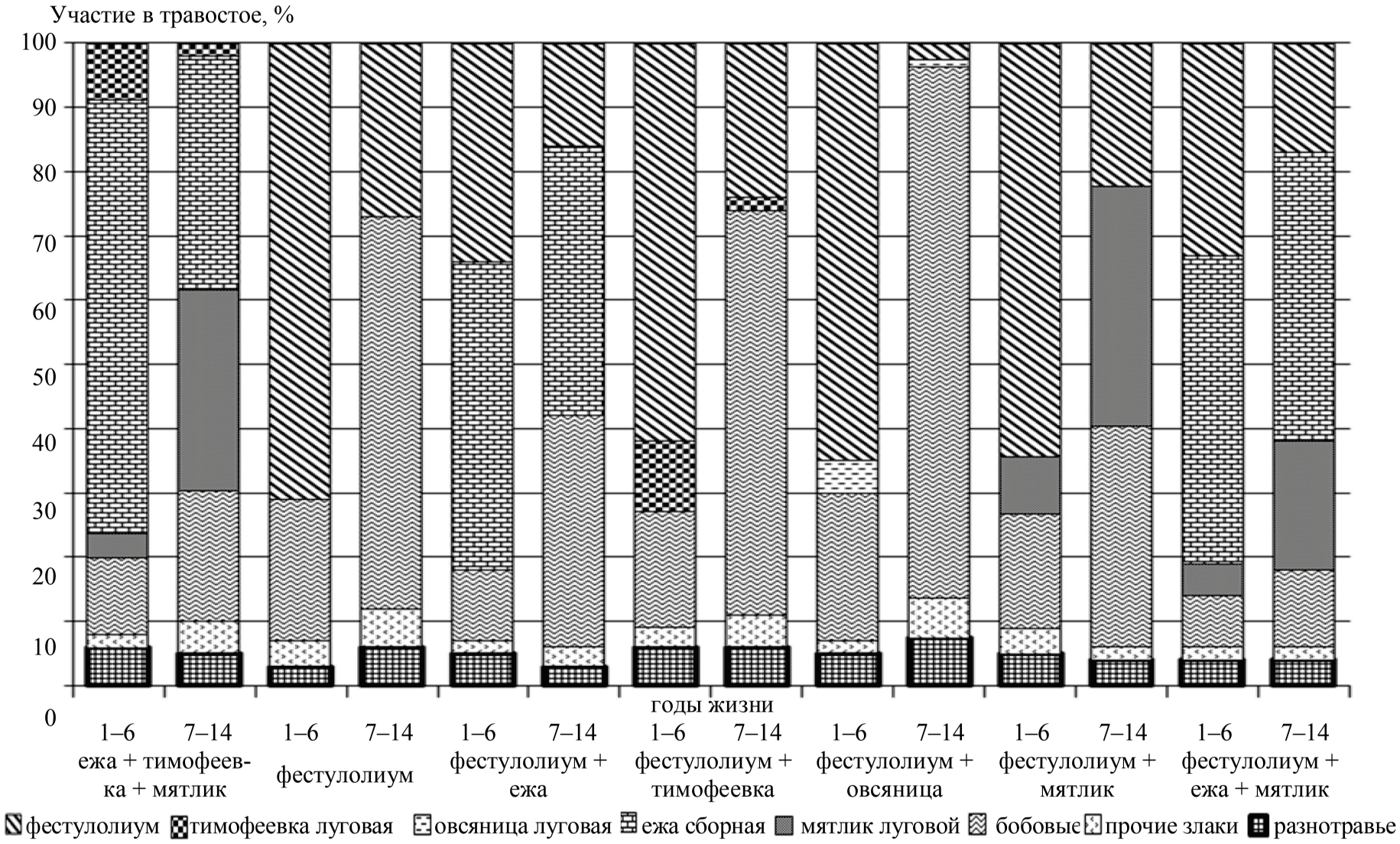

Рисунок. Ботанический состав при 6- и 14-летнем использовании травостоев

Контроль качества зеленого корма показал, что при соблюдении пастбищного режима (четыре цикла за сезон) — использовании травостоев в оптимальные сроки (кущение – начало выхода в трубку доминирующих злаков) на фоне ежегодного внесения $N_{180}P_{60}K_{150}$ зеленый корм соответствовал ГОСТ Р57482-2017 «Корм пастбищный». Все изучаемые травостои по энергонасыщенности пастбищного корма были равнозначными — в 1 кг сухого вещества содержалось 10,4 МДж обменной энергии (0,86 корм. ед.) в среднем за 14 лет. Проведение агротехнических приемов по уходу за травостоями и их использованию обеспечило получение корма с высокой протеиновой питательностью — 15,8–16,4 % сырого протеина (при норме не менее 14 %). В годы с засушливыми условиями вегетационных периодов (2010, 2013, 2014 гг.) в результате замедленного роста трав отмечено повышенное накопление сырого протеина. Высокобелковая пастбищная трава, содержащая 128–134 г переваримого протеина в 1 корм. ед. при уровне минеральных элементов питания в 1 кг СВ — 0,38–0,41 % фосфора и 1,97–2,04 % калия, полностью удовлетворяла физиологические потребности молочных коров и ремонтного молодняка. Содержание сырой клетчатки в пастбищной траве в значительной степени зависит от фазы развития многолетних трав. При использовании фитоценозов разного состава в одни и те же календарные сроки травостои с преобладанием фестулолиума находились в фазе кущения. Содержание клетчатки составляло 23 %, травостои с преобладанием ежи сборной находились в фазе начала выхода в трубку при концентрации сырой клетчатки 24 %. Такой уровень сырой клетчатки в корме злаковых травостоев (при норме не выше 26 %) является достаточным для нормального пищеварения жвачных животных. По содержанию сырого жира (5,0–5,2 %) и сырой золы (7,7–7,9 % при норме не более 10 %) пастбищный корм, получаемый с травостоев разного состава, также удовлетворял потребности средне- и высокопродуктивных коров [18]. Содержание водорастворимых углеводов в корме травостоев с участием фестулолиума более высокое, чем в базовом варианте (на основе ежи сборной), это связано с биологической особенностью фестулолиума — синтезировать большое количество сахаров.

Заключение. Результаты 14-летних исследований по изучению реакции фестулолиума на дополняющие виды злаков, динамики ботанического состава и качества корма фестулолиумовых травостоев, созданных на основе отечественного сорта ВИК 90, обосновывают принципы целенаправленного составления травосмесей для краткосрочного и долголетнего использования. При дополнении фестулолиума тимофеевкой луговой или овсяницей луговой высокое содержание сеяных трав — 69–73 % (при участии 62–65 % фестулолиума) сохраняется только в течение 1–6-го годов жизни. При использовании в качестве со-

доминанта мятлика лугового отмечено переформирование краткосрочного травостоя в долголетний самовозобновляющийся благодаря повышению его участия с 4 % в 1–4-й годы до 38 % на 7–14-й годы. Наиболее ценный фитоценоз с высоким и стабильным по годам участием сеяных злаков — 87 % (при 80 % в базовом варианте) в 1–6-й годы и 82 % (при 69 % в базовом) на 7–14-й годы сформировался при высеве трехкомпонентной смеси (фестулолиум, ежа сборная, мятлик луговой) благодаря реализации фитоценотической роли видов во времени.

Качество пастбищного корма при использовании травостоев в ранние фазы доминирующих злаков на фоне ежегодного внесения $N_{180}P_{60}K_{150}$ (по N_{45} под каждый цикл) по протеиновой, энергетической питательности и содержанию основных минеральных веществ соответствовало условиям ГОСТ Р57482-2017 «Корм пастбищный» и зоотехническим требованиям кормления высокопродуктивных коров и ремонтного молодняка.

Литература

1. Роль культурных пастбищ в развитии молочного скотоводства Нечерноземной зоны России в современных условиях : Сб. науч. тр. на основе материалов Междунар. науч.-практ. конф. по развитию лугопастбищного хозяйства, посвящ. 50-летию ОАО «Михайловское» Ярославской области (г. Ярославль, 7–9 июня 2010 г.) / под общей ред. Н. А. Ларетина, А. А. Кутузовой, В. М. Косолапова. – М. : Угрешская типография, 2010. – 240 с.
2. Справочник по кормопроизводству. 5-е изд. перераб. и дополн. / Под ред. В. М. Косолапова, И. А. Трофимова. – М. : Россельхозакадемия, 2014. – 715 с.
3. Тебердиев Д. М., Привалова К. Н., Ларетин Н. А. Актуальные проблемы и особенности ведения пастбищного хозяйства в условиях лесной и степной зон России // Вестник ВНИИМЖ. – 2014. – № 3 (15). – С. 91–98.
4. Методическое руководство по организации кормопроизводства в специализированных животноводческих хозяйствах по производству молока и мяса в Нечерноземной зоне России / В. М. Косолапов, А. С. Шпаков, Н. А. Ларетин [и др.]. – М. : Типография Россельхозакадемии, 2014. – 57 с.
5. Минина И. П. Луговые травосмеси. – М. : Колос, 1972. – 288 с.
6. Конструирование целевых фитоценозов для пастбищ и сенокосов / А. А. Кутузова, К. Н. Привалова [и др.] // Программа и методика проведения научных исследований на 2011–2015 г. – М., 2011. – С. 44–68.
7. Привалова К. Н., Проворная Е. Е., Родионова А. В. Теория и практика лугового травосеяния // ВНИИ кормов имени В. Р. Вильямса на службе российской науке и практике. – М., 2014. – С. 148–171.
8. Основные виды и сорта кормовых культур. Итоги научной деятельности Центрального селекционного центра ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса РАН / В. М. Косолапов, З. Ш. Шамсутдинов, Г. И. Ившин [и др.]. – М. : Наука, 2015. – 545 с.
9. Ресурсосберегающие технологии создания и использования культурных пастбищ для молочного скота в Нечерноземной зоне РФ (методические указания) / А. А. Кутузова, Д. М. Тебердиев, А. А. Зотов [и др.]. – М., 2005. – 30 с.

10. Привалова К. Н., Тебердиев Д. М. Создание и использование культурных пастбищ для молочного скота // Кормопроизводство: проблемы и пути решения. – М., 2007. – С. 61–68.
11. Возделывание и использование новой комовой культуры — фестулолиума — на корм и семена (методическое пособие) / Н. И. Переправо, В. М. Косолапов, В. Э. Рябова [и др.]. – М., 2012. – 27 с.
12. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в 2019 г. Том 1. Сорта растений. – М., 2019. – 516 с.
13. Привалова К. Н., Каримов Р. Р. Конструирование долголетних пастбищных фитоценозов на основе райграса пастбищного и фестулолиума // Кормопроизводство. – 2016. – № 10. – С. 26–29.
14. Привалова К. Н., Каримов Р. Р. Потенциал пастбищных травостоев на основе фестулолиума в условиях Нечерноземной зоны России // Проблемы интенсификации животноводства с учетом охраны окружающей среды и производства альтернативных источников энергии : монография / Под ред. проф. Вацлава Романюка. – Фалента–Варшава, 2015. – С. 179–181.
15. Привалова К. Н., Каримов Р. Р. Фестулолиум (Festulolium) — новая кормовая культура в луговом кормопроизводстве России // Основные, малораспространенные и нетрадиционные виды растений — от изучения к внедрению (сельскохозяйственные и биологические науки) : сб. науч. тр. по материалам междунар. науч.-практ. конф. (с. Круты, 14–15 марта 2018 г.). Т. 3. – Круты, 2018. — С. 209–217.
16. Проворная Е. Е. Седова Е. Г. Эффективность создания и использования пастбищных травостоев на основе фестулолиума // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве : сб. науч. тр. по материалам междунар. науч.-практ. конф. – Киров, 2015. – С. 551–554.
17. Физико-химические методы анализа кормов / В. М. Косолапов, В. А. Чуйков, Х. К. Худякова, В. Г. Косолапова. – М. : Издательский дом «Типография Россельхозакадемии», 2014. – 344 с.
18. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных (справочное пособие) / А. П. Калашников, В. И. Фисинин, В. В. Щеглов [и др.]. – М., 2003. – 456 с.

BOTANICAL COMPOSITION AND QUALITY OF FEED WHEN USING GRAZING HERBS WITH FESTULOLIUM

K. N. Privalova, R. R. Karimov

The results of 14-year studies on the botanical composition and quality of grazing feed using herbs, created on the basis of the domestic variety of festulolium VIK 90, are presented. Experimentally substantiated promising grass mixtures in the composition of the festulolium, cocksfoot and bluegrass meadow.
Keywords: *festulolum, grass mixtures, grazing herbs, term of use, botanical composition, quality of feed.*

УДК 632.51:631.5

СОРНАЯ ФЛОРА В СОВРЕМЕННОЙ АГРОТЕХНИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЕ

А. В. Тихонов, кандидат биологических наук

Ярославский НИИЖК — филиал «ФНЦ ВИК им. В. Р. Вильямса», п. Михайловский Ярославской области, Россия, Sandrokes@live.ru

DOI: https://doi.org/10.33814/MAK-2021-25-73-113-118

Изложены результаты анализа литературных источников, прямо и косвенно отражающих состав и структуру агрофитоценозов и роль в них сорного компонента, в целом показывая степень изученности данного вопроса. Показаны доминирующие подходы к восприятию сорной флоры отечественными исследователями и типичные приемы взаимодействия.

Ключевые слова: *флора, сорная растительность, борьба с сорной растительностью, засорители, агроценозы.*

Культурные растения по праву занимают центральное место в публикациях растениеводческого направления, однако их невозможно рассматривать оторвано от сорной флоры. Вместе они слагают единый сложный агрофитоценоз.

С точки зрения экологии взаимоотношения между сорной и культурной флорой можно описать как конкуренцию за базовые ресурсы. Так же как и культурные растения, сорняки перехватывают часть света и часть удобрений, внесенных под культуры, снижая урожайность и влияя на себестоимость конечной продукции. В связи с этим большинство исследователей рассматривают их исключительно как негативный фактор. Типичные растениеводческие статьи, упоминающие сорную флору, посвящены узкому кругу проблем, в частности методам и результатам борьбы с сорняками. Часть статей отражала исключительно состав и структуру сорной флоры, делая его доступным для анализа на предмет подбора гербицидов. Материалы, освещающие иную тематику, были не многочисленны.

Как отмечает О. В. Мельникова [1], к сорной флоре могут относиться различные растения в зависимости от климата и хозяйственной деятельности, проводимой на угодьях. В виду этого сложно сравнивать по качественным и количественным показателям состав сорной флоры различных регионов и климатических зон. Как показал мониторинг опубликованных работ, подобные исследования охватывают все агроклиматические регионы России [2; 3; 4; 5; 6; 7; 8]. Дополнительной трудностью при сравнении различных исследований является суще-

ственная разница в масштабе исследованных участков. Среди современных работ представлены исследования, охватывающие объекты от комплекса полей [8] до республик [2; 3], конкретных типов агроценозов или угодий [9; 4; 5; 6; 7] и климатических зон [4].

Подход к составлению флористических списков существенно вирировал, и не всегда составители прописывали методику исполнения и критерии включения видов в состав сорной флоры. Отдельно стоит отметить работы, характеризующие объем сорной флоры в целом. Сюда можно отнести монографии О. В. Мельниковой [1], Г. Ф. Манторовой и Л. А. Тараториной [10]. Оба издания приводят обобщенные данные, согласно которым количество сорных видов на территории Российской Федерации колеблется от 1100 до 1500, согласно цитируемым ими источникам.

Анализ текстов показал существенные различия в методике составления флористических списков (таблица). Так, ряд статей содержал полные списки флоры [11; 12], большинство — только указание количества видов и краткий список наиболее значимых [8]. Отдельные статьи, главным образом посвященные применению гербицидов, содержат только отрывочные сведения о составе сорной флоры в контексте применения обозначенных химических препаратов [13; 14; 15; 16; 17].

Одной из основных целей анализа флористического состава сорной растительности можно назвать подбор гербицидов и их доз для точечного воздействия на выявленные сорные растения. В полной мере это раскрывается в статье Б. У. Мисриевой с соавторами [11]. Помимо видоспецифичности в литературе приводятся данные о воздействии гербицидов на сорняки на разных стадиях роста [21].

Современная литература включает не только исследования реализованной флоры, но и банков семян в почвах сельхозугодий. Почвенный банк семян (ПБС) – неотъемлемый этап популяционной динамики растений [22]. Отечественные исследования в данной тематике не многочисленны [23]. Банки семян приобретают особое значение для оценки покоящейся популяций сорных растений в полях, и является перспективной темой для исследований.

Анализ литературы показал, что доминирующим методом борьбы с сорной растительностью является химическая обработка, однако в ряде статей описываются и другие методы удаления сорной флоры с сельхозугодий. В частности, статья Дубина с соавторами [24], где в качестве метода борьбы с сорняками применяют затопление, оценивая устойчивость целевой культуры к нему. Так же встречаются статьи, рассматривающие механические методы борьбы с нежелательной флорой [25].

Таблица. Объем сорной флоры в современных исследованиях

Автор, год	Регион, культура	Количество		
		видов	родов	семейств
Тайсумов и др., 2012 [18]	Чеченская республика	410	226	53
Цыганов, Темиргалиева, 2018 [3]	Западный Алтай	296	152	46
Мысник и др., 2018 [19]	Северо-восточная часть Липецкой области	187	129	34
Корнева и др., 2016 [9]	Астраханская область, орошаемые сельхозугодия	165	—	34
Бекетова и др., 2019 [20]	г. Красноярск и его окрестности (Емельяновский район)	117	—	27
Мисриева и др., 2015 [11]	Южный Дагестан	118	—	—
Лунева и др., 2012 [2]	Республика Мордовия	107	—	21
Мысник, 2018 [8]	Павловская опытная станция ВИР	93	77	23
Веденеев, 2019 [12]	г. Волгоград	80	60	29
Мысник, 2018 [8]	Тосненская опытная станция ВИЗР	75	64	23
Макаева, Оказова, 2018 [5; 6]	Посевы полевых культур лесостепной зоны Чеченской республики	47	—	20
Лавринова, Евсеева, 2018 [4]	Посевы озимой пшеницы северо-восточной части Центрально-Черноземного региона	34	—	—

Особняком стоят статьи, посвященные биологии видов. В частности, в работе Б. Р. Кулуева с соавторами [26] рассматривается опасный интродуцент, также относящийся к сорной флоре, — тладианта сомнительная (*Thladiantha dubia* Bunge.). В работе рассматривается инвазионный потенциал вида и приводится доказательство отличия популяции, выявленной в республики Башкортостан от естественной популяции на Дальнем Востоке [26].

Как отмечалось ранее, в категорию сорных растений могут попадать различные виды, так С. А. Замятин с соавторами [27] проанализировали состав сорной флоры полей республики Марий Эл и выявили 34 вида лекарственных растений. Несмотря на их ценность, авторы статьи констатируют в целом негативное влияние даже лекарственных растений на качество и урожайность.

Несмотря на значимость сорной флоры в агроценозах, часть авторов опускают ее влияние на продуктивность целевых культур и вынос элементов питания [28; 29; 30]. Часто в подобных статьях приводится рассмотрение сорного компонента как обобщенной категории без выделения отдельных видов [31].

Несмотря на общенегативное восприятие сорной флоры, в литературе встречаются статьи, показывающие иную точку зрения. Так, в статье Е. В. Разумовой [32] приводятся примеры эффективного использования типично сорной флоры при озеленении городских пространств.

Одной из сложностей при работе с сорной флорой в поле является необходимость ее точной идентификации на разных стадиях развития растения. Отчасти эта проблема решается применением нейронных сетей, позволяющих идентифицировать растения с высокой степенью точности [33].

Исходя из вышесказанного, можно выделить два подхода к сорной флоре: аграрный и ботанический. Первый рассматривает ее общую массу и ориентирован на элиминацию сорняков как таковых. Здесь доминирует применение гербицидов для полного уничтожения некультивируемых видов. Второй подход позволяет взглянуть на сорную флору более дифференцировано и подобрать более эффективные методы борьбы с каждым из сорняков в отдельности. Данный подход включает системный анализ и подбор конкретного комплекса мер, исходя из состава и структуры агроценоза.

Литература

1. Мельникова О. В. Сорная флора агрофитоценозов Центрального региона России : монография. – Брянск : Изд-во Брянской ГСХА, 2008. – 278 с.
2. Эколого-географическое обоснование формирования видового состава сорных растений на территории республики Мордовии / Н. Н. Лунева [и др.] // The Agrarian Scientific Journal. – 2017. – № 6. – С. 25–30.
3. Цыганов А. П., Темиргалиева Г. Н. Эколого-таксономические элементы сорных растений флоры западного Алтая // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2018. – № 1–8. – С. 40–43.
4. Лавринова В. А., Евсеева И. М. Сорная растительность в посевах озимой пшеницы северо-восточной части ЦЧР // Зерновое хозяйство России. – 2017. – № 4. – С. 64-69.
5. Макаева А. З., Оказова З. П. Эколого-географическое прогнозирование флористического состава сорняков посевов кукурузы лесостепной зоны Чеченской республики // Успехи современной науки. – 2017. – Т. 1. – № 8. – С. 116–119.
6. Макаева А. З., Оказова З. П. Мониторинг видового состава сорняков посевов полевых культур лесостепной зоны Чеченской республики // Успехи современной науки. – 2017. – Т. 1. – №. 8. – С. 134–137.

7. Макаева А. З., Оказова З. П. Видовой состав сорных растений посевов основных полевых культур в лесостепной зоне Чеченской Республики // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 7. – С. 70–75.
8. Мысник Е. Н. Рудеральный компонент сорной флоры отдельных хозяйств Ленинградской области // Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения. – 2018. – С. 134–137.
9. Корнева О. Г., Байрамбеков Ш. Б., Дубровин Н. К. Защита овощных культур от сорняков // Орошаемое земледелие. – 2016. – № 1. – С. 15–16.
10. Манторова Г. Ф., Тараторина Л. А. Сорные растения в агроэкосистемах полевых культур в лесостепи Южного Урала : монография / Г. Ф. Манторова, Л. А. Тараторина. – Челябинск : Изд. центр ЮУрГУ, 2019. – 267 с.
11. Мисриева Б. У., Цахуева Ф. П., Мисриев А. М. Применение гербицидов на картофеле с учетом таксономического анализа сорной флоры в агроценозах // Вестник Социально-педагогического института. – 2015. – № 1 (13).
12. Веденеев А. М., Лебедева Л. В. Сорные растения флоры Волгограда // Грани познания. – 2019. – № 6. – С. 56–59.
13. Васильев А. С. Эффективность фолиарных обработок нанопрепаратами в повышении продуктивности и устойчивости картофеля к болезням и сорнякам // Молочнохозяйственный вестник. – 2017. – № 2 (26). – С. 7–19.
14. Гущина В. А., Кухарев О. Н., Борисова Е. Н. Способы борьбы с сорняками в агроценозах мискантуса гигантского // Нива Поволжья. – 2017. – № 2 (43). – С. 13–18.
15. Альтернативные приемы борьбы с сорняками в полевых севооборотах Нечерноземной зоны / М. Н. Новиков [и др.] // Защита и карантин растений. – 2017. – № 5. – С. 20–22.
16. Меры борьбы с сорняками, болезнями и вредителями на посевах сои / У. А. Делаев [и др.] // Вестник Чеченского государственного университета. – 2017. – № 2. – С. 17–19.
17. Хуцинова М. М. Эффективность глифосатсодержащих гербицидов для подавления сорной растительности на участках, предназначенных под посев кукурузы // Вестник научных конференций. – ООО Консалтинговая компания Юком, 2017. – № 9–1. – С. 118–119.
18. Флора сорных растений Чеченской республики и ее таксономический анализ / М. А. Тайсумов [и др.] // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2012. – № 10. – С. 44–46.
19. Рудеральная составляющая сорной флоры агроэкосистем северо-восточной части Липецкой области / Е. Н. Мысник [и др.] // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2018. – № 2. – С. 28–34.
20. Бекетова О. А., Иванова Н. В., Жохова Е. А. Особенности видового состава сорной флоры Красноярского природного округа // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2019. – № 4 (145). – С. 10–15.
21. Курдюкова О. Н., Тыщук Е. П. Видовая и фазовая чувствительность сорняков к гербицидам // Защита и карантин растений. – 2017. – № 12. – С. 16–18.
22. Марков В. М. Популяционная биология растений. – М. : Товарищество научных изданий КМК, 2012. – 387 с.
23. Оценка банка семян сорных растений в почве по разным предшественникам и в период уборки яровой пшеницы / Е. Ю. Торопова [и др.] // Вестник Новосибирского государственного Аграрного Университета. – 2010, – Т. 2, – № 14. – С. 18–20.

24. Ген Sub1A в селекции риса на толерантность к затоплению, как фактор борьбы с сорными растениями / Е. В. Дубина [и др.] // Рисоводство. – 2017. – № 2. – С. 20–26.
25. Обоснование применения роторного агрегата для борьбы с сорняками методом теребления / В. А. Цепляев [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – № 2 (46).
26. Тладианта сомнительная (Thladiantha dubia, Cucurbitaceae) в Башкортостане — опасный сорняк с высоким инвазионным потенциалом / Б. Р. Кулуев [и др.] // Российский журнал биологических инвазий. – 2019. – Т. 12. – № 1. – С. 66–78.
27. Замятин С. А., Ефимова А. Ю., Максуткин С. А. Сорные лекарственные растения в посевах Республики Марий Эл // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». – 2017. – Т. 3. – № 3 (11).
28. Цвик Г. С., Сабирова Т. П. Вынос основных элементов питания с зерном озимой тритикале при различных технологиях возделывания // Интеграция науки и высшего образования, как основа инновационного развития аграрного производства : материалы всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – 2019. – С. 171–172.
29. Цвик Г. С., Сабирова Т. П., Костенко С. И. Влияние элементов технологии возделывания озимой тритикале сорта Немчиновский 56 на продуктивность и качество зерна в условиях Нечерноземной зоны РФ // Кормопроизводство. – 2020. – № 9. – С. 24– 28. – DOI: 10.25685/KRM.2020.9.2020.001.
30. Цвик Г. С., Таран Т. В., Гусев Г. С. Продуктивность озимой тритикале при разных сроках посева // Вестник АПК Верхневолжья. – 2017. – № 3. – С. 8–12.
31. Продуктивность и питательность люцернозлаковой смеси первого года пользования в условиях Ярославской области / Т. П. Сабирова [и др.] // АгроЗооТехника. – 2019. – Т. 2. – № 1. – С. 4–4.
32. Разумова Е. В. Использование сорных видов флоры в озеленении населенных пунктов // Биоэкологическое краеведение: мировые, российские и региональные проблемы. – 2015. – С. 85–90.
33. Seregin A. P. et al. "Flora of Russia" on iNaturalist: a dataset // Biodiversity Data Journal. – 2020. – Т. 8.

WEED FLORA IN MODERN AGROTECHNICAL LITERATURE

A. V. Tikhonov

The results of the analysis of literature sources, directly and indirectly, reflecting the composition and structure of agro phytocoenoses and the role of the weed component in them are presented, generally showing the degree of knowledge of this issue. The dominant approaches to the perception of weed flora by domestic researchers and typical methods of interaction are shown.
Keywords: *flora, weeds, weed control, weeds, agrocenoses.*

УДК 636.085.7

ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР РАЗВИТИЯ СИЛОСОВАНИЯ

Ю.А. Победнов, доктор сельскохозяйственных наук

ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса», г. Лобня Московской области, Россия, vniikormov@yandex.ru

DOI: https://doi.org/10.33814/MAK-2021-25-73-119-143

Приведены основные этапы развития силосования в мировой и отечественной сельскохозяйственной практике с критической оценкой тех или иных сформулированных авторами положений.

Ключевые слова: *силос, кукуруза, люцерна, клевер луговой, злаковые травы, теория силосования, препараты молочнокислых бактерий, аэробная порча.*

«Прошедшее нужно знать не потому, что оно прошло, а потому, что, уходя, не сумело убрать своих последствий». Эти слова В. О. Ключевского [1] по праву можно отнести и к развитию силосования, как науки. Несмотря на то, что силосование было известно с глубокой древности, особую популярность оно приобрело во Франции при консервировании кукурузы, лишь начиная с 70-х годов 19 века, когда за разработку его основ принялся выдающийся француз Огюст Гоффар [2]. Согласно утверждению О. Гоффара [3]: «Силосованию кукурузы предстоит великая будущность. Это золотой рудник, открывающийся для рациональных сельских хозяев». В 1877 г. им впервые была опубликована книга по силосованию, которая стала популярной не только во Франции, но и в Германии, Англии, Швейцарии, США и России. В качестве основного требования О. Гоффар выдвигал то, что для того, чтобы не допустить в корме нежелательного брожения, следует исключить в нем любое брожение. А поскольку, согласно распространенному в первой половине 19 века мнению Ю. Либиха и других маститых химиков того времени, брожение расценивалось как химический процесс, возникающий при доступе воздуха, то и О. Гоффар решил, что для предотвращения брожения достаточно лишь изолировать корм от доступа воздуха. На этом теоретически не совсем верном, но, по сути, правильном решении и базировались первые рекомендации по силосованию кукурузы в сельскохозяйственной практике.

Ошибочность представлений О. Гоффара для того времени была вполне закономерной, поскольку истинная природа брожения была еще не известной, точнее, она не признавалась, хотя спиртные напитки и кисломолочные продукты получали за тысячи лет то того, как стали из-

вестны возбудители брожения. В 1836 г., то есть задолго до издания книги О. Гоффара, об участии живых организмов в образовании спирта впервые сообщили в своих работах Ф. Кютцинг, Шарль Каньяр де Латур и Т. Шванн [4]. Но эта теория не была признана ведущими химиками того времени, такими как Фридрих Велер, Йенс Берцелиус и Юстус Либих, которые уже привыкли к мысли о том, что жизнь без кислорода невозможна. Более того, Ю. Либих в 1839 г. анонимно опубликовал статью «Разгадка секрета спиртового брожения», в которой едко высмеял виталистическую теорию. Эта публикация, демонстрирующая поразительное высокомерие авторитетных ученых того времени, стала главным тормозом в изучении брожения, который сказывался до тех пор, пока Луи Пастер не повторил эксперименты вышеназванных исследователей и не заключил, что именно дрожжи являются возбудителями спиртового брожения. В экспериментах 1857–1861 гг. Л. Пастер открыл, что различные типы брожения и образование уксуса вызывают вполне определенные организмы. Принципиально новым явилось то, что автор впервые установил, что возбудители молочнокислого и спиртового брожения могут развиваться без доступа воздуха, сбраживая сахар, соответственно в молочную кислоту или в спирт.

В Англии, кормопроизводство которой базировалось в значительной мере на многолетних травах, тоже обратили внимание на силосование. В 1885 г. появилась публикация англичанина Д. Фрея по данному вопросу [5]. В отличие от О. Гоффара он уже, очевидно, знал о бактериальной природе брожения. Вероятно, что он имел представление и о способах пастеризации, предложенных в 1864 г. Л. Пастером для устранения нежелательного брожения в вине. На основании этого он пришел к заключению, что единственно правильным приемом, направленным на полное уничтожение содержащихся в силосуемой массе микробов, является ее разогревание до 50 ºС и более. Этот способ силосования получил распространение в Англии и ряде других стран, где, по свидетельству С. Я. Зафрена [6], рекомендовался к применению вплоть до 20-х годов прошлого столетия. Для его выполнения зеленую массу укладывали в хранилища небольшими рыхлыми слоями, давали ей согреться и только потом тщательно уплотняли. Потребовалось много времени, чтобы доказать, что данный прием, кроме огромных потерь сухого вещества, достигающих 50 %, ни к чему больше не приводит.

В представлении Д. Фрея, основным недостатком кислого силоса О. Гоффара, являлось наличие в нем молочной и уксусной кислот. По его мнению, это указывало на то, что одной только качественной герметизацией массы подавить брожение не удается. Ошибочным было то, что Д. Фрей полагал, что накопление указанных кислот делает силосованный корм непригодным для скармливания из-за неприятного запаха,

возникающего при «молочнокислом» брожении. Понятно, что Д. Фрей сильно ошибался, спутав молочнокислое брожение с маслянокислым, которое может протекать при любом способе силосования вследствие недостатка сахара. Но это стало понятным позже. В указанное же время О. Гоффар, опасаясь того же явления, то есть накопления в корме «вредных» молочной и уксусной кислот, поспешил признаться в своих «ошибках» и, пользуясь возможностью переиздать свою книгу, написал [3]: «Прежде я рекомендовал: наполняйте силос возможно быстрее; такой ответ был заблуждением с моей стороны, и теперь я советую совершенно противоположное: не наполняйте силосов слишком быстро, но ведите работу зараз в нескольких ямах, чтобы дать массе время осесть самой».

Главное заблуждение обоих исследователей состояло в том, что они, во-первых, совершенно не обоснованно принимали все виды бактерий за причину порчи корма и, во-вторых, слишком переоценивали значение температуры, при помощи которой надеялись устранить развитие в корме всей силосной микрофлоры. Не прибавилось ясности в вопросе и после того, как было установлено, что вызываемого бактериями брожения в силосе избежать невозможно, а для получения качественного корма следует лишь направить его так, чтобы в итоге получилось вещество, которое, с одной стороны, не наносило бы ущерба доброкачественности силоса, а с другой — служило бы препятствием для развития нежелательных видов брожения. Теперь мы знаем, что таким веществом является молочная кислота, образующаяся при молочнокислом брожении, основные принципы регулирования которого сформировались не сразу. В частности, в России существовало мнение [2], что, поскольку молочнокислые бактерии живут в нейтральной или слабокислой среде, то образование молочной кислоты прекращается при ее накоплении в корме в количестве 1,5 %. Это количество молочной кислоты и было принято необходимым для успешного силосования. Полагали также, что оптимальной температурой для развития молочнокислых бактерий является 44 ºС. Отсюда вытекают и сформировавшиеся на тот период технологические требования к заготовке силоса. Так, например, необходимым условием для развития молочнокислых бактерий считалось наличие кислорода в силосуемой массе, поскольку только при соблюдении этого условия можно рассчитывать на самосогревание силосуемой массы. Подчеркивалось, что удаление воздуха из силоса может принести «непоправимый вред», так как вместо молочнокислых бактерий в нем начнут развиваться анаэробные микроорганизмы слизневого и маслянокислого брожения. Правда, одновременно признавалось, что обилие воздуха может послужить причиной плесневения корма. На этом основании не рекомендовали готовить силос из высоко-

влажной массы, поскольку ввиду ее сильного уплотнения и полного удаления воздуха не было возможности обеспечить ее «нормальное» разогревание. Для устранения этого «недостатка» предлагалось либо предварительно провяливать избыточно влажную массу, либо силосовать ее в смеси с гуменными кормами.

Следует отметить и то, что хотя в указанное время сохранность и качество силоса уже абсолютно правильно связывали с накоплением молочной кислоты, однако значение последней объясняли лишь асептическим действием ее молекулы. Именно этим и была обусловлена необходимость ее накопления в силосе в определенном количестве. В начале 20 века, благодаря исследованиям А. Виртанена, представления о роли молочной кислоты при силосовании принципиально изменились. Именно А. Виртанен впервые подошел к оценке роли молочной кислоты с позиции создания в корме соответствующей концентрации водородных ионов [6]. С началом его исследований стало окончательно ясным, что именно концентрация Н-ионов, а не особенности молекулы молочной кислоты определяют подавление нежелательной микрофлоры. Но и после установления этого факта большинство европейских и американских исследователей еще долго считали, что консервирование корма при силосовании зависит от определенной концентрации молочной кислоты, а не от активной кислотности, создаваемой этой и сопутствующими кислотами.

Вторым важнейшим событием послужило открытие буферных свойств зеленых растений, приведшее к пониманию того, что подкисление различного растительного сырья до pH 4,0–4,2 достигается далеко не одинаковым, как это предполагалось ранее, количеством молочной кислоты [7]. Взяв за основу эти два выдающихся открытия начала 20 века, А. А. Зубрилин [8] в 1934 г. научно обосновал стройную теорию о сахарном минимуме при силосовании кормов. Свои взгляды он изложил в ряде книг, одна из которых «Научные основы консервирования зеленых кормов» (1947 г.) была удостоена Сталинской (Государственной) премии.

Впервые было доказано, что ни какое-то определенное содержание сахара в растительной массе и ни какое-то определенное накопление молочной кислоты еще не могут служить основой для вывода о том, можно ли данное сырье силосовать. Для ответа на этот вопрос необходимо знать, кроме количества сахара, еще и количество молочной кислоты, способное снизить pH данного сырья до предела, предотвращающего развитие нежелательных бактерий. И лишь отношение весового количества сахара к весовому количеству потребной молочной кислоты и служит показателем силосуемости кормовых культур. Поскольку потребное количество молочной кислоты определяют путем титрования

ею зеленой массы до pH 4,0, то этот показатель, по сути, является выражением буферной емкости силосуемой массы. Следовательно, А. А. Зубрилиным впервые было предложено определять пригодность растений для силосования, исходя из их сахаро-буферного отношения. В настоящее время этим приемом пользуются исследователи всего мира.

Теория сахарного минимума А. А. Зубрилина, как и всякая другая появляющаяся на свет революционная идея, также подвергалась критике и не сразу изменила существующие в то время взгляды. Об этом, в частности, дает представление дошедшая до наших дней рецензия доцента В. Г. Лазарева [9] на печатные работы А. А. Зубрилина, данная в 1952 г. В ней В. Г. Лазарев называет теорию сахарного минимума «одинокой засохшей веткой метафизического толка». Главной «ошибкой» А. А. Зубрилина, на которую и обрушивается со всею силою оппонент, якобы послужило то, что в ней автор не придает живому фактору природы, каким является эпифитная микрофлора, «истинного значения» и «той решающей роли», какую в действительности выполняют микроорганизмы в ходе силосования. Между тем, как, по мнению В. Г. Лазарева, именно микрофлора и является тем главнейшим фактором, от которого в большей степени, чем от сахара зависит ход биологических процессов. Иными словами, живой организованной материи — бактериям А. А. Зубрилин не придал должного значения, противопоставил, если не мертвую, то менее организованную, углеводы — сахар. Последнему, как считает оппонент, и приписана «ошибочно» главная роль в теории и технике силосования кормов. В своей критике В. Г. Лазарев дошел до того, что стал уверять научную общественность в том, что, благодаря жизнедеятельности микробов, можно легко переделать и превратить в силос все растительные корма, в том числе и относимые теорией сахарного минимума к числу несилосующихся культур, а также солому и мякину. Однако время все расставило на свои места. В конечном счете, в умах исследователей всего мира победила теория сахарного минимума А. А. Зубрилина, которая, несмотря на имеющиеся недостатки, и по сей день является основным теоретическим учением о силосовании кормов. Об упорных талантливых людях, подобных А. А. Зубрилину, благодаря деятельности которых мы имеем современную теорию силосования, хорошо сказал В. Л. Вернадский [1]: «Вся история науки на каждом шагу показывает, что отдельные личности были более правы в своих утверждениях, чем целые корпорации ученых или сотни и тысячи исследователей, придерживающихся господствующих взглядов… Истина нередко в большем объеме открыта этим научным еретикам, чем ортодоксальным представителям научной мысли».

Одним из недостатков теории А. А. Зубрилина часто считают то, что она не учитывает влияние содержания сухого вещества в силосуе-

мой массе, чему в немалой степени способствовал существовавший на тот период уровень знаний. Хотя провяливание трав уже и считали определяющим условием для получения качественного силоса с минимальными потерями питательных веществ, но роль его была изучена недостаточно. Прежде всего, существовала уверенность в том, что увеличение содержания сухого вещества в силосуемой массе до 30 % и более, устраняя жизнедеятельность нежелательных микробов, не влияет отрицательно на развитие молочнокислых бактерий. Это мнение, не имея под собой никакого экспериментального подтверждения, сохраняется до настоящего времени [10]. И это несмотря на то, что уже в 30-е годы 20-го столетия сам А. А. Зубрилин подчеркивал необходимость определения предела провяливания трав, при котором ограничивается развитие молочнокислых бактерий. По этому поводу он писал [11]: «Мы в то же время должны иметь ввиду, что для того, чтобы не вызвать в дальнейшем нарушения развития молочнокислого брожения, снижение степени влажности нужно производить только до известного предела, при котором молочнокислым бактериям не приходится еще затрачивать слишком большую сосущую силу, иначе говоря, величина водоудерживающей силы силосуемого корма должна значительно уступать максимальной сосущей силе молочнокислых бактерий». Исходя из данных по определению величины смещения pH в искусственных средах с различным осмотическим давлением, он предположил, что минимальный предел влажности при силосовании кормов должен соответствовать сосущей силе не более чем 12–15 атмосфер, что, в свою очередь, соответствует примерно 65–75 % влажности клевера в фазе цветения.

Однако, как показал анализ данных, послуживших А. А. Зубрилину основой для сделанного им заключения, это положение не совсем верно. Дело в том, что А. А. Зубрилин об интенсивности молочнокислого брожения в зависимости от степени провяливания ориентировался, в основном, лишь на конечную степень подкисления среды брожения, не принимая в расчет скорость ее подкисления. При этом полученные им данные показали, что если при нижнем значении осмотического давления (12 атмосфер) pH исходной искусственной среды и через 5 и 15 суток ее сбраживания составил соответственно 5,40; 3,95 и 3,95, то есть среда подкислялась не только сильно, но и достаточно быстро, что, собственно, и свидетельствует об интенсивном молочнокислом брожении, то при верхнем его значении, соответствующему содержанию в массе 35 % сухого вещества, pH уже составил соответственно 5,40; 4,70 и 3,95. То есть во втором случае среда через 15 суток хотя и подкислилась до такого же значения pH, как и среда с меньшим осмотическим давлением, но происходило это уже гораздо медленнее, что указывает на задержку молочнокислого брожения в самом начале брожения среды с

осмотическим давлением, соответствующему тому, которое отмечается в провяленной до содержания сухого вещества 35 % зеленой массе.

Нельзя не отметить и то, что указанное положение во многом сформировалось лишь благодаря тому, что А. А. Зубрилин и его ближайшие помощники А. М. Михин и Л. И. Николаева в своих опытах использовали, в основном, бобовые травы, которые при силосовании в провяленном виде характеризуются благоприятным брожением [5]. В этом случае вследствие ограничения жизнедеятельности нежелательных микробов даже при задержке молочнокислого брожения большая часть растительного сахара достается одноименным бактериям. Этим и объясняется более сильное подкисление, например, провяленной люцерны по сравнению с силосованием растений в свежескошенном виде. Но можно ли было полученные при силосовании бобовых культур данные без соответствующей экспериментальной проверки переносить на все остальные кормовые травы?

Уверенность в одинаковом течении процесса брожения у разных, но провяленных до одинакового содержания сухого вещества растений, позволила С. Я. Зафрену [6] заключить, что: «При влажности 60–69 % развитие нежелательных анаэробных бактерий предотвращается физиологической сухостью для них субстрата. Поэтому корм с влажностью 60–69 % в зависимости от содержания в нем сахара может подкислиться до pH 4,2 или нет, но это не определяет его сохранности». В 70-е и 80-е годы прошлого столетия мнение С. Я. Зафрена разделяли и другие отечественные авторы [12], полагавшие, что «при содержании в силосуемой массе 32 % сухого вещества и выше достигается достаточно высокое осмотическое давление, которое не позволяет размножаться маслянокислым бактериям». Между тем, как справедливо отмечал Артур Конан Дойл [1]: «Теоретизировать, не имея данных опасно. Незаметно для себя человек начинает подтасовывать факты, чтобы подогнать их к своей теории, вместо того чтобы обосновать теорию фактами». А появляющиеся к этому времени факты были уже таковы.

Прежде всего, в начале 80-х годов 20 века было установлено [13], что протеолитические клостридии продуцируют максимум кислот не при $A_в = 0{,}990$, как это считалось общепризнанным ранее, а при $A_в = 0{,}970$. То есть, было впервые доказано, что максимальная активность этих микроорганизмов проявляется не при силосовании трав с избыточной влажностью, а при силосовании растений с содержанием сухого вещества около 30 %.

Очевидным стало и то, что провяливание трав до содержания сухого вещества 30 % и более сильно замедляет развитие молочнокислых бактерий [14], особенно в первый, самый решающий этап силосования.

Под давлением полученных фактов постепенно стали изменяться и теоретические основы силосования. Становилось все более очевидным [15], что провяливание трав до содержания сухого вещества 30 % и более не только не всегда устраняет в корме маслянокислое брожение, но зачастую даже служит причиной его возникновения. Прежде всего, это касается силосования многолетних злаковых трав в провяленном виде, что связано с особенностями состава эпифитных микробов у этого вида растений.

Так, в отличие от бобовых трав, для которых совершенно не типичным является наличие на их покровах большого количества бактерий кишечной группы [16], злаковые травы буквально изобилуют этими бактериями [17]. По данным Е. А. Йылдырым [18], на еже сборной первого укоса 67,6 % эпифитных микробов представлены бактериями кишечной группы (энтеробактериями), которые являются основными конкурентами молочнокислых бактерий по использованию сахара.

Принципиальное значение имеет то, что, в отличие от молочнокислых бактерий, энтеробактерии хорошо адаптированы к условиям брожения на провяленной массе [19]. Следовательно, силосование провяленных злаковых трав, сдерживая размножение молочнокислых бактерий, по существу, создает идеальные условия для интенсивного развития энтеробактерий, обусловливая неблагоприятное направление процесса брожения, связанное с увеличением потерь питательных веществ и снижением качества полученного корма.

Негативное влияние энтеробактерий, в основном, сводится к крайне нерациональному расходованию содержащегося в растениях сахара, что зачастую служит причиной возникновения в силосе вторичной ферментации, связанной с накоплением большого количества масляной кислоты и аммиака. Иными словами, в отличие от силосования провяленных бобовых трав, где главной причиной вторичной ферментации является функционирование маслянокислых бактерий, первопричиной порчи силоса из провяленных злаковых трав уже служит активное развитие энтеробактерий.

Отсюда вытекают и принципиально разные параметры силосования бобовых и злаковых трав в провяленном виде. При силосовании провяленных бобовых трав все принимаемые меры должны быть направлены на устранение развития клостридий, что, по мере увеличения содержания сухого вещества в зеленой массе, достигается при все более высоком значении pH. Так, если при содержании сухого вещества в зеленой массе 20 % она для устранения развития маслянокислых бактерий должна быть быстро подкислена до pH 4,20, то при содержании сухого вещества 40 % — всего лишь до pH 4,75 [20; 21].

Содержание сухого вещества в силосуемых злаковых травах уже не играет такой определяющей роли, как это отмечается при консервировании бобовых культур. Отметим, что максимальная сосущая сила *E. coli* достигает 52 атмосфер [10], что соответствует осмотическому давлению, отмечаемому в сенажируемой массе [7]. То есть, реально подавить развитие энтеробактерий за счет высокого осмотического давления, можно лишь в провяленных до содержания сухого вещества > 45 % растениях.

При силосовании же провяленных до меньшего содержания сухого вещества злаковых трав подавить развитие энтеробактерий можно лишь быстро подкислив корм до критического для этого вида бактерий значения pH. Имеющиеся данные показывают [22; 23], что для получения стабильного силоса из провяленных до содержания сухого вещества ≥ 30 < 45 % растений необходимо обеспечить быстрое (за трое суток) его подкисление до pH ≤ 4,3. То есть, силос из провяленных злаковых трав, по существу, должен подкисляться также быстро и до такого же значения pH, как и силос из свежескошенной зеленой массы.

Пересмотр параметров силосования злаковых трав в провяленном виде обусловил и пересмотр роли нитратов при силосовании. Бесспорным остается то, что продукты восстановления нитратов (нитриты и окислы азота) подавляют развитие клостридий на первом этапе силосования, то есть до создания в корме необходимой активной кислотности. На особую роль нитратов указывает то, что с отказом в середине 90-х годов прошлого столетия от использования в лугопастбищном хозяйстве ФРГ азотных удобрений 70 % заготовленного в стране силоса стало содержать недопустимое количество масляной кислоты [24]. То есть нитраты служат промежуточным консервирующим фактором, сдерживающим развитие маслянокислых бактерий на первом этапе силосования. Потребное их количество для этой цели уточнялось в течение длительного времени и в настоящее время составляет около 1,0 г в расчете на 1,0 кг сухого вещества силосуемой массы [21].

В то же время, независимо от содержания нитратов, сохранность силоса полностью зависит от того, подкислится ли он до предела, исключающего развитие вредных бактерий, или нет. Однако, поскольку главной причиной накопления масляной кислоты в силосе из провяленных злаковых трав служат энтеробактерии, роль нитратов, по сути, сводится к нулю. Дело в том, что продуты восстановления нитратов (нитриты и окислы азота), губительно воздействуя на клостридий, не только не угнетают, но даже стимулируют развитие энтеробактерий [25]. Это объясняется тем, что энтеробактерии могут использовать для своего дыхания содержащийся в нитратах кислород, что позволяет им в анаэробных условиях расщеплять органические вещества до углекислоты и

воды с получением такого же количества энергии, как и при аэробном дыхании [4]. Это означает, что успех силосования провяленных злаковых трав, прежде всего, зависит от скорости и степени их подкисления. Что очень трудно обеспечить при их спонтанном сбраживании.

Имеющиеся данные показывают, что необходимые скорость и степень подкисления обеспечиваются лишь при достаточной обеспеченности провяленной массы сахаром и ее высокой обсемененности эпифитными молочнокислыми бактериями, которая должна составлять не менее 10^5 КОЕ в расчете на 1 г массы [26]. Однако какую роль играет высокая численность эпифитных молочнокислых бактерий, как таковая?

Приступая к обсуждению этого вопроса, отметим, что именно уверенность в необходимости создания высокой численности молочнокислых бактерий к началу силосования первоначально и послужила причиной формулирования неверных выводов при обосновании целесообразности применения препаратов молочнокислых бактерий, которые к настоящему времени подверглись существенной корректировке.

Во-первых, окончательно была доказана бесперспективность применения препаратов молочнокислых бактерий при силосовании свежескошенных трав [19; 27]. Во-вторых, многочисленными исследованиями была подтверждена бесполезность применения для этой цели препаратов, созданных на основе эпифитных молочнокислых бактерий. В 80-х годах 20 века такими препаратами являлись Биосил, Литосил, Казахсил и др. Итогом полученных знаний стало совместное заседание научно-технического совета (1986 г.) Госагропрома СССР и Биопрома СССР, на котором все выпускающиеся на тот момент препараты молочнокислых бактерий признаны неэффективными и сняты с производства.

Ошибочность прежних взглядов заключалась, прежде всего, в неверном толковании биологических особенностей молочнокислых бактерий. Так, например, в то время считалось общепризнанным, что по мере увеличения численности молочнокислых бактерий в начале силосования одновременно будет нарастать и образование молочной кислоты. Но это не так. Как выяснилось, молочнокислые бактерии в период своего размножения почти не продуцируют молочную кислоту [28]. Интенсивное образование последней начинается лишь после накопления в корме основной массы молочнокислых бактерий, то есть уже после стабилизации культуры, для чего требуется время. Немаловажно и то, что конечная численность молочнокислых бактерий, способная образоваться в процессе силосования, не зависит от их исходного количества, а целиком определяется лишь содержанием сахара в силосуемой массе. Стало очевидным, что создание высокой стартовой численности молочнокислых бактерий в силосуемой массе за счет внесения препаратов

молочнокислых бактерий вовсе не означает, что и конечная численность этих бактерий, то есть численность стабилизировавшейся культуры, будет выше, чем в обычном силосе. Значение имеет и то, что стабилизация культуры молочнокислых бактерий в силосе из свежескошенных растений происходит быстро: обычно уже к концу первых–вторых суток силосования [5]. Эти факторы в своей совокупности и определяют ненадежность применения предложенных ранее препаратов молочнокислых бактерий при силосовании свежескошенных трав.

В то же время становилась очевидной необходимость нормализации молочнокислого брожения в провяленных злаковых травах, у которых, как уже отмечалось, из-за задержки размножения одноименных бактерий процесс брожения сдвигается в неблагоприятную сторону. Но какими в этом случаи должны были стать препараты молочнокислых бактерий?

Результаты выполненных исследований показали, что на скорость подкисления провяленных трав высокая численность эпифитных лактобацилл оказывает лишь косвенное влияние. Основное же значение этого фактора сводится к тому, что в зависимости от численности эпифитных лактобацилл сильно изменяется их качественный состав [17]. Если при численности молочнокислых бактерий 10^3 КОЕ и менее в 1 г массы они обычно бывают представлены двумя–тремя малоактивными кокковыми формами, то при численности 10^5 КОЕ и более — лишь одной высокоактивной молочнокислой палочкой *Lactobacillus plantarum*, которая, к тому же, еще и максимально адаптирована к условиям брожения на провяленной массе [29]. Следовательно, высокая скорость подкисления провяленных трав обеспечивается не за счет создания высокой численности молочнокислых бактерий к началу силосования, как таковой, а, прежде всего, за счет улучшения их качественного состава. Глубокое понимание этого вопроса позволило сформулировать новые требования к препаратам молочнокислых бактерий. В соответствии с новыми требованиями они должны быть предназначены, в основном, для силосования провяленных трав и состоять, в отличие от прежних молочнокислых заквасок, уже не из эпифитных, а отселектированных по признаку осмотолерантности штаммов молочнокислых бактерий, то есть микроорганизмов, способных, в отличие от эпифитных лактобацилл, с одинаковой активностью размножаться как на свежескошенной, так и на провяленной до содержания сухого вещества 30–45 % растительной массе. Такие препараты первого поколения появились на мировом рынке с начала 90-х гг. прошлого столетия и, в силу довлеющей необходимости обеспечения в силосе гомоферментативного молочнокислого брожения, включали, в основном, гомоферментативную осмотолерантную палочку *Lactobacillus plantarum* [30; 31].

Переход к производству, главным образом силоса из провяленных трав, обусловил и необходимость пересмотра понятий «легкосилосующихся, трудносилосующихся и несилосующихся растений», сформулированных в свое время А. А. Зубрилиным по отношению к свежескошенным травам [11]. Это было вызвано тем, что повышение содержания сухого вещества в силосуемой массе оказывает большое влияние на ход микробиологических процессов, улучшая (бобовые травы) или ухудшая (злаковые травы) процесс брожения. Поэтому в настоящее время способность к подкислению трав, обусловленную их химическим составом, которую А. А. Зубрилин и определил как «силосуемость», характеризуют термином «сбраживаемость» [32]. Сбраживаемость, в отличие от силосуемости, свидетельствует лишь о потенциальной способности провяленных трав к той или иной степени подкисления. А будет ли реализована указанная потенциальная способность провяленных трав или нет, полностью зависит от условий, которые удастся или же не удастся создать в процессе их сбраживания. Главным условием является обеспечение высокой скорости подкисления провяленных трав, подобно той, которая наблюдается и при силосовании хорошо обеспеченной сахаром свежескошенной массы. На решение этой задачи и были направлены препараты молочнокислых бактерий первого поколения.

В процессе применения указанных препаратов установлено, что при внесении в провяленные травы их эффективность сильно варьирует в зависимости от обеспеченности растений сахаром. Как и следовало ожидать, максимальная эффективность таких препаратов по сокращению распада питательных веществ до газообразных продуктов отмечается при силосовании трав с сахаро-буферным отношением 2,5–3,5, то есть легко сбраживающегося сырья с высоким потенциалом для нормального заквашивания, но у которого из-за высокого содержания сухого вещества процесс брожения сдвигается в неблагоприятную сторону. Как при уменьшении сахаро-буферного отношения в провяленных травах ниже 2,5, так и при его увеличении свыше 3,5 эффективность внесения препаратов первого поколения заметно снижается [19]. В первом случае это связано с тем, что при силосовании в провяленном виде необеспеченных сахаром трав, как уже отмечалось, спонтанное брожение становится благоприятным. Наиболее рельефно это проявляется при силосовании провяленной массы люцерны, где внесение препаратов на основе гомоферментативных штаммов молочнокислых бактерий, не только не способствует сокращению потерь питательных веществ, а, интенсифицируя молочнокислое брожение, даже обусловливает их некоторое увеличение [33]. Еще недавно некоторые исследователи [34; 35] высокую сохранность силоса из провяленных многолетних бобовых трав объясняли меньшим содержанием доступной для нежелательных

бактерий воды, по сравнению с ее содержанием в провяленных до такого же содержания сухого вещества злаковых травах. Низкую доступность воды для вредных микробов связывали с высоким содержанием в бобовых травах лиофильных белка и пектина.

В то же время, выполненные в этом направлении исследования показали [36], что вода, связанная с белком и пектином — это наименее связанная вода. Следовательно, бобовые травы, в отличие от злаковых растений, даже в провяленном виде являются «резервуарами» слабосвязанной воды. Поэтому более убедительным является сообщение некоторых авторов о том, что в ограничении активности нежелательных бактерий при силосовании бобовых трав значительную роль играют некоторые их вторичные метаболиты, обладающие бактерицидным и фунгицидным действием [37].

Снижение эффективности препаратов на основе *Lactobacillus plantarum* при силосовании провяленных трав с сахаро-буферным отношением выше 3,5 объясняется тем, что под влиянием внесенных препаратов в корме образуется все больший остаток сахара, поступающий в полное распоряжение дрожжей. Долгое время развитию этого вида микроорганизмов не придавали должного значения [38], полагая, что их развитие при силосовании не сопровождается большими потерями питательных веществ. Однако, как выяснилось, это не так.

Дрожжи служат основными возбудителями аэробной порчи, которая может протекать как при силосовании плохо изолированной от воздуха массы, так и при выемке уже готового корма из хранилищ. Интенсивность этого нежелательного процесса зависит от содержания сахара в силосуемой массе, либо от его остатка в готовом корме. Данное положение хорошо иллюстрируется результатами силосования провяленной массы люцерны и клевера лугового в условиях тщательной и неудовлетворительной изоляции массы от воздуха. Они показали [39], что если силос из необеспеченной сахаром провяленной люцерны оказался устойчивым к аэробной порче, вследствие чего потери сухого вещества как при тщательной, так и неудовлетворительной изоляции массы от воздуха оказались близкими и относительно невысокими (6,25 и 8,01 %), то при силосовании хорошо обеспеченной сахаром провяленной массы клевера лугового в условиях неудовлетворительной изоляции от воздуха они уже возросли в три раза и составили 17,33 %, против 5,68 % в силосе из тщательно загерметизированной массы. Силос, подвергнутый аэробной порче, как правило, сильно греется и быстро плесневеет [40]. Последнее объясняется тем, что численность дрожжей в силосе тесно коррелирует с количеством плесневых грибов [41]. Потери питательных веществ от аэробной порчи уже значительно превосходят потери, возникающие при силосовании [42].

В нашей стране [10; 43], как, впрочем, и в зарубежной практике силосования [44], проблему аэробной порчи пытались решить за счет применения препаратов, включающих в себя, наряду с молочнокислыми, и пропионовокислые бактерии. Теоретической основой для использования таких препаратов служило то, что пропионовокислые бактерии, якобы действуя в симбиозе с молочнокислыми бактериями, на первом этапе силосования ускоряют подкисление корма, а на поздних этапах силосования сбраживают молочную кислоту в уксусную и пропионовую кислоты, которые, собственно, и защищают корм от аэробной порчи.

Однако симбиоз молочнокислых и пропионовокислых бактерий на первом этапе силосования оказался невозможным по причине крайне медленного размножения последних. Настолько медленного, что отечественные исследователи даже поначалу пришли к заключению об их отсутствии в составе эпифитной микрофлоры [45]. Немецкие исследователи установили наличие пропионовокислых бактерий в составе эпифитной микрофлоры, причем в количестве, почти не уступающем молочнокислым бактериям [46]. Тем не менее, из-за сильного отставания развития пропионовокислых бактерий от молочнокислых заметное накопления продуктов их метаболизма (пропионовой и уксусной кислот) наблюдается лишь при силосовании бедных сахаром свежескошенных трав, то есть, по существу, лишь в условиях порчи корма на фоне высокого значения pH [47]. При нормальном же силосовании, характеризующимся быстрым снижением pH силосуемой массы до значения 4,2 и ниже, пропионовокислые бактерии не проявляют своей активности, в результате чего в корме не накапливается даже следов пропионовой кислоты [48]. Возможность использования пропионовокислых бактерий при силосовании, очевидно, была заимствована из практики сыроделия, где этот вид бактерий находит самое широкое применение. Однако сыр и силос — это слишком разные субстраты, для того чтобы можно было переносить полученные данные с одного на другой. Прежде всего, сыр, в отличие от силоса, характеризуется довольно высоким значением pH, что, собственно, и определяет развитие пропионовокислых бактерий. Так, например, твердые сыры с pH 5,3, считаются уже перекисленными. Мягкие же сыры обычно имеют pH выше 6,0.

За рубежом также выпускаются препараты, включающие в себя молочнокислые и пропионовокислые бактерии. В частности, таким препаратом является Биотал Аксфаст Голд (Biotal Axphast Gold), производимый английской компанией Biotal Ltd [49]. Однако, в отличие от отечественных исследователей, за рубежом уже в самом начале 21 века пришли к заключению о недостаточной обоснованности их применения при силосовании [44]. В результате основным направлением зашиты

силоса от аэробной порчи стали разработка и производство препаратов второго поколения, включающих специально подобранные для этой цели гетероферментативные штаммы *Lactobacillus buchneri* [21]. Считается, что эти молочнокислые бактерии сбраживают образовавшуюся молочную кислоту в уксусную, которая, подобно другим слабым органическим кислотам (пропионовой, бензойной), обладает бактерицидным и фунгицидным действием. Но для того, чтобы данный процесс стал понятным, следует подробно остановиться на механизме консервирующего действия слабых органических кислот. Данный механизм гораздо менее известен, нежели механизм действия сильных минеральных (серной, соляной) или органических (муравьиной) кислот, основанный на быстром создании в силосуемой массе высокой активной кислотности.

Слабые кислоты потому и называются слабыми, что при внесении они почти не подкисляют силосуемую массу ввиду слабой своей диссоциации. Поэтому, в отличие от сильной муравьиной кислоты, которая является сильно диссоциированной и по этой причине может применяться при силосовании практически любых растений, быстро снижая pH силосуемой массы до значения 4,2 и ниже, слабые кислоты нуждаются в активном «помощнике», который бы обеспечил быстрое подкисление массы. Таким «помощником» обычно служит активно протекающее в корме молочнокислое брожение. Следовательно, слабые органические кислоты идеально подходят для силосования высокосахаристого растительного сырья, силос из которого, как уже отмечалось выше, в наибольшей степени восприимчив к аэробной порче. Наряду с высоким содержанием сахара, снижению аэробной стабильности силоса способствует и время уборки растений. При уборке растений осенью на них отмечается максимальная численность эпифитных лактобацилл [17], что, как уже отмечалось выше, обеспечивает наилучший их качественный состав. С одной стороны, это обеспечивает быстрое подкисление силосуемой массы, даже с относительно высоким содержанием сухого вещества, до предела, исключающего развитие всех нежелательных бактерий. А с другой, — обеспечивая большой остаток сахара в корме, повышает его восприимчивость к аэробной порче. Именно по этой причине наибольшую восприимчивость к аэробной порче имеет силос из растений, убранных в начале осени. К ним относятся, прежде всего, кукуруза в фазе восковой спелости зерна, сахарное сорго, а также недозревшие зерновые культуры [50]. Но вернемся, однако, к механизму консервирующего действия слабых органических кислот.

Консервирующее действие слабых органических кислот основано на том, что в недиссоциированном виде они легко (путем пассивной диффузии) проникают через оболочку микробной клетки. В протоплазме, имеющей pH около 6,0, они диссоциируют на ион водорода и анион,

которые уже не способны проникать через микробную оболочку (ионная ловушка) [4]. Накопление ионов водорода приводит к резкому повышению активной кислотности протоплазмы и гибели микробных клеток.

Из особенностей консервирующего действия слабой уксусной кислоты вытекают и условия ее эффективного применения. Первое условие связано с синтезом необходимого количества уксусной кислоты. При этом, в зависимости от того применяются ли препараты, содержащие *Lactobacillus buchneri*, при силосовании кукурузы в фазе восковой спелости или хорошо обеспеченных сахаром провяленных злаковых трав, необходимое количество уксусной кислоты дозируется либо в расчете на натуральный силос (кукурузный), либо в расчете на сухое вещество зеленой массы (травяной). В первом случае для получения стабильного силоса количество образовавшейся уксусной кислоты должно составлять не менее 8 г в расчете на 1 кг натурального корма [21], а во втором — не менее 3,5 % в расчете на сухое вещество корма [23]. Поскольку количество недиссоциированной уксусной кислоты, как и других слабых кислот, зависит от активной кислотности корма, вторым условием является быстрое подкисление силосуемой массы. При этом в первом случае корм должен обязательно подкисляться до pH около 4,0 [21], а во втором — до pH ≤4,5 [23].

Отрицательным моментом перевода значительного количества образовавшейся в корме молочной кислоты в уксусную служит снижение его энергетической питательности. В результате полученный с использованием культуры *Lactobacillus buchneri* силос уже не обладает столь высоким продуктивным действием, как силос с преимущественным содержанием молочной кислоты [51]. Для исправления этого недостатка были созданы молочнокислые закваски третьего поколения, содержащие, наряду с *Lactobacillus buchneri*, традиционные штаммы молочнокислых бактерий. Согласно имеющимся данным [52], эти препараты, наряду с улучшением аэробной стабильности силоса, уже повышают и его продуктивное действие.

На аэробную стабильность силоса оказывают влияние и ряд других факторов. Одним из таких факторов является влажность силосуемой массы. Негативное влияние чрезмерно высокого содержания сухого вещества в зеленой массе связано с ухудшением ее уплотнения, что облегчает доступ воздуха в толщу корма. Е. А. Йылдырым [53], например, отмечала критическое содержание дрожжей даже в месячном сенаже из люцерны, который многими исследователями характеризуется как корм, стабильный при выемке. Однако по другим данным [54], при более продолжительном сроке анаэробного хранения люцернового сенажа (три месяца) в нем уже не обнаруживали дрожжей. Из этого можно заклю-

чить, что вторым важным фактором, определяющим аэробную стабильность силоса и сенажа, является срок хранения корма в анаэробных условиях. Такого рода сообщения уже имеются в литературе [55].

Продолжая разговор об особенностях силосования люцерны, можно отметить, что, несмотря на то, что люцерна в провяленном виде приобретает благоприятное направление процесса брожения, ее также следует силосовать с препаратами на основе гомоферментативных штаммов молочнокислых бактерий. Это вытекает из биологических особенностей этого вида растений. Прежде всего, необходимо отметить интенсивный протеолиз, протекающий при силосовании даже провяленной до содержания сухого вещества 35 % зеленой массы [56], обусловливающий накопление в корме большого количества аммиака. Ускорение подкисления провяленной до указанного содержания сухого вещества люцерны за счет внесения молочнокислых заквасок не снижает накопление аммиака, а, следовательно, и не решает проблему получения стабильного при хранении корма. Это объясняется тем, что оптимальный pH для функционирования протеаз у люцерны находится на значительно более низком уровне, нежели у клевера лугового или злаковых трав [57]. По данным зарубежных исследователей [58], основные протеазы, под влиянием которых большая часть белка люцерны гидролизуется до небелкового азота, проявляют максимальную активность при pH 4,0. Поэтому при силосовании люцерны с препаратами молочнокислых бактерий принципиальное значение приобретает содержание сухого вещества в зеленой массе.

Наши исследования показали [59], что при использовании препаратов молочнокислых бактерий наименьшее накопление аммиака и наибольшая степень подкисления корма обеспечиваются при силосовании люцерны, провяленной до содержания сухого вещества 40–45 %. Увеличение степени подкисления провяленной до указанного содержания сухого вещества зеленой массы люцерны под влиянием молочнокислых заквасок объясняется тем, что принципиальное значение приобретает pH массы, при котором накапливается основное количество аммиака.

К сожалению, экспериментальные данные по этому вопросу пока получены применительно не к люцерновому, а к клеверному силосу, однако и они уже дают определенное представление о принципиальном значении скорости подкисления бобовых трав. Установлено [60], что наибольшее негативное воздействие аммиака на сохранность и качество силоса отмечается в самом начале брожения, когда pH массы еще довольно высок. Так, если при pH 4,26–4,46 для смещения pH в 100 г клеверного силоса в щелочную сторону на 0,2 единицы требуется 56 мг аммиака, то при pH 6,40–6,60 — всего лишь 8 мг, то есть, уже в семь раз

меньше. Этим и объясняется то обстоятельство, что при низком содержании сухого вещества в силосуемой люцерне из-за быстрого накопления большого количества аммиака трудно обеспечить сколько-нибудь заметное усиление подкисления корма даже под влиянием препаратов молочнокислых бактерий. Так, при содержании сухого вещества в силосуемой массе люцерны 31,3 % накопление аммиака в сухом веществе обычного и приготовленного с молочнокислой закваской Биотроф силосе составило соответственно 0,54 и 0,62 %, а pH корма — соответственно 5,06 и 5,02 [61]. В то же время при силосовании с внесением указанного препарата люцерны с содержанием сухого вещества 40–45 % содержание аммиака в сухом веществе корма уже снижается до 0,10–0,12 %, то есть в 5,2–5,4 раза по сравнению с силосованием более влажной люцерны, а pH корма достигает значения 4,4 и ниже [59], что обеспечивает хорошую стабильность силоса при хранении.

Важно отметить, что быстрое и достаточно сильное подкисление провяленной до содержания сухого вещества 40–45 % люцерны под влиянием молочнокислых заквасок обусловлено не только резким снижением содержания аммиака, но и рядом других факторов, которые еще не получили достаточного освещения в имеющейся литературе. Так, при быстром обезвоживании люцерны (за 8–10 часов) до «сенажной» влажности в ее сухом веществе заметно возрастает содержание сахара, что способствует улучшению сбраживаемости зеленой массы [62]. Увеличение образования сахара (в 1,2–1,6 раза) происходит и в самом начале сенажирования и силосования провяленной люцерны, что приводит к дальнейшему улучшению сбраживаемости растений [63]. По мнению японских исследователей [64], причиной служит гидролиз гемицеллюлоз, протекающий под влиянием растительных ферментов в первые пять суток силосования, то есть в период, когда pH силоса еще находится на высоком уровне.

Еще одним фактором, улучшающим сбраживаемость люцерны, является накопление в ее сухом веществе при провяливании до 3,46 % яблочной и до 0,41 % лимонной кислоты [33], которые способны, как и сахар, сбраживаться молочнокислыми бактериями [65]. Непременным условием для этого служит быстрое и достаточно сильное подкисление корма. Имеющиеся данные показывают [66], что оптимальное значение pH для сбраживания яблочной кислоты молочнокислыми бактериями лежит в пределах 4,2–4,5. При более высоком значении pH яблочно-молочнокислое брожение сильно замедляется.

Необходимо отметить и некоторые другие особенности люцерны, оказывающие влияние на качество полученного корма. Так, некоторые исследователи [67] утверждают, что препараты молочнокислых бактерий обусловливают значительное сокращение питательных веществ да-

же при сенажировании люцерны. Однако выше мы уже не раз отмечали, что из-за благоприятного процесса брожения, отмечающегося при спонтанном силосовании провяленной люцерны, препараты молочнокислых бактерий не приводят к заметному сокращению потерь питательных веществ. Тем не менее, данный технологический прием приводит к заметному повышению продуктивного действия полученного корма. Причина данного явления доподлинно не известна. Некоторые авторы полагают [68], что это связано с увеличением массы рубцовой микрофлоры, которая служит для жвачных животных источником полноценного белка. В пользу данного предположения свидетельствует то, что увеличение удоя и прироста живой массы у крупного рогатого скота отмечается даже тогда, когда препараты молочнокислых бактерий не оказывают существенного влияния ни на pH полученного силоса, ни на накопление в нем продуктов брожения [69].

Отдельно следует остановиться и на особенностях силосования клевера лугового. В отличие от люцерны, клевер луговой обладает более высокой сбраживаемостью, что при использовании молочнокислых заквасок позволяет получать высококачественный силос уже из растений, провяленных до содержания сухого вещества 35 % [21]. Наряду с лучшей обеспеченностью сахаром, для клевера характерно и то, что оптимум pH для работы растительных протеолитических ферментов у него находится на значительно более высоком уровне, чем у люцерны. Это позволяет при внесении молочнокислых заквасок снизить интенсивность протеолиза, а, следовательно, и существенно ограничить образование аммиака в начале силосования. Имеющиеся данные показывают [70], что через трое суток силосования провяленного клевера лугового с препаратами молочнокислых бактерий накопление аммиачного азота в его сухом веществе снизилось по сравнению с обычным силосованием в 2,0–2,5 раза. Кроме того, клевер луговой, по сравнению с люцерной и злаковыми травами, характеризуется значительно более низкой скоростью протеолиза, что является главной особенностью этой культуры. Суть данного явления заключается в том, что растения клевера лугового содержат медьсодержащий фермент полифенолоксидазу [71], который оказывает сильное ингибирующее влияние на протеолиз. Этот фермент освобождается из растительных клеток при измельчении массы и в присутствии кислорода катализирует окисление эндогенных о-дифенолов до хинонов. Последние, в свою очередь, полимеризуются в особые белковые комплексы, защищающие белок от разрушения.

В заключение данного обзора вновь вернемся к вопросам исторического развития силосования кукурузы. Следует указать на то, что целый ряд положений, сформулированных еще О. Гоффаром в 19 веке, по существу не претерпели никаких изменений вплоть до настоящего вре-

мени. Прежде всего, это касается сроков уборки кукурузы на силос, о которых автор писал [3]: «Лучшим временем для скашивания кукурузы признается тот момент, когда зерно в початках сделалось восковым, так как в это время сахар в зернах превращается в крахмал и общее количество питательных веществ у кукурузы бывает наибольшее. Скашивать кукурузу ранее этого срока не рекомендуется вследствие того, что в раннем возрасте она в своих початках содержит сахара больше, чем крахмала, а так как разлагается в силосе главным образом сахар, то и потери его при раннем скашивании будут очень велики. Кроме того, молодая кукуруза содержит много воды и приготовленный из нее силос получается плохого качества и скоро закисает. Но и запаздывать со скашиванием кукурузы тоже не следует, так как перестоявшая кукуруза очень груба и наоборот содержит мало воды, а потому, сложенная в силос, начинает загнивать». Многочисленные опыты, выполненные другими исследователями [6; 72; 73], по существу лишь подтвердили выводы О. Гоффара.

Не потеряли актуальности и некоторые другие указания О. Гоффара, связанные с особенностями силосования кукурузы в фазе восковой спелости зерна. В частности, он считал обязательным измельчение такой кукурузы на частицы длиной 0,4 дюйма (10 мм), на необходимость которого указывается и в современных рекомендациях по силосованию кукурузы в фазе восковой спелости зерна [74].

Следует указать и на то, что О. Гоффар впервые обосновал указанную степень измельчения кукурузы не только с точки зрения улучшения сохранности питательных веществ полученного корма, но и с точки зрения повышения эффективности его использования скотом. В своем руководстве он по этому поводу писал [3]: «Многие хозяева не стараются уяснить себе достаточно ли влияние, оказываемое на эффект питания тем физическим состоянием, в котором корм должен быть съеден скотом. Хотя этим объясняется то, почему одна и та же кукуруза дает столь различный питательный эффект, смотря по тому, задается ли она скоту в виде целых растений, более или менее крупно изрезанных или же предварительно сильно измельченных».

Абсолютно правильно рассуждал автор и о целесообразности тщательного измельчения содержащегося в массе зерна. В уже указанном выше руководстве он отмечал: «Положим, что из двух человек один должен питаться цельными пшеничными зернами, а другой — мукой из этих зерен; можно сказать, наверное, что эти два человека будут использовать пищу далеко не одинаково, хотя в химическом отношении названные пищевые средства совершенно тождественны между собой». Это положение также практически не претерпело никаких изменений в выводах современных исследователей.

По большому счету заслугой многочисленных последователей О. Гоффара, совершенствующих процесс силосования кукурузы, являлось лишь уточнение предложенных еще в 19 веке параметров силосования этой культуры и разработка на этой основе необходимой кормоуборочной техники, которая продолжает совершенствоваться и в настоящее время. По-прежнему слабо изученной является проблема повышения аэробной стабильности силоса из кукурузы восковой спелости зерна и других кормовых культур, на решение которой и должны быть направлены усилия современных ученых-технологов.

Литература

1. Балязин В. Мудрость тысячелетий (энциклопедия). – М. : ОЛМА Медия Групп, 2007. – 608 с.
2. Калугин И. Силосование // Энциклопедический словарь. – СПб : Издатель Ф. А. Брокгаузъ и И. А. Ефронъ, 1900. – Т. 29. – С. 880–884.
3. Харченко В. А. Уборка и сохраненіе кормовъ. – Петроградъ : Издание А. Ф. Девріена, 1915. – 400 с.
4. Современная микробиология. Прокариоты: В 2-х томах. Пер. с англ. И. А. Берга, Р. Н. Ивановского, А. И. Нетрусова, Д. И. Никитина, В. К. Плакунова / Под ред. Й. Ленглера, Г. Древса и Г. Шлегеля. – М. : Мир, 2005. – Т. 1. – 656 с.
5. Болотин Е. А., Зубрилин А. А. Силосование кормов. – М. : Сельхозгиз, 1935. – 400 с.
6. Зафрен С. Я. Технология приготовления кормов (Справочное пособие). – М. : Колос, 1977. – 239 с.
7. Михин А. М. Силосование в засушливой зоне. – Сталинград : Сталинградское книгоиздательство, 1937. – 123 с.
8. Зубрилин А. А. Новое в консервировании сочных кормов. – М. : Сельхозгиз, 1937. – 41 с.
9. Лазарев В. Г. «Теория сахарного минимума» — чистейшая метафизика (рукопись). – Нижнеудинск, 1952. – 28 с.
10. Приготовление силоса и сенажа с применением биологических препаратов Биосиб и Феркон / В. М. Косолапов, В. А. Бондарев, В. П. Клименко, А. Н. Кричевский. – М. : ООО «Угрешская типография», 2009. – 166 с.
11. Зубрилин А. А. Консервирование зеленых кормов. – М. : Сельхозгиз, 1938. – 200 с.
12. Щеглов В. В., Боярский Л. Г. Корма: приготовление, хранение, использование (справочник). – М. : Агропромиздат, 1980. – 254 с.
13. Алешина Е. А. Протеолитические анаэробы рода *Clostridium,* их биологические особенности и роль в силосовании кормов : автореф. дис. канд. … биол. наук. – М. : ТСХА им. К. А. Тимирязева, 1982. – 16 с.
14. Чуканов Н. К. Микробиология на службе кормопроизводства. – Алма-Ата : Кайнар, 1975. – 142 с.

15. Weissbach F., Honig H. Über die Vorhersage und Steurung des Gärungsverlaufs bei der Silierung von Grünfutter aus extensiven Anbau. // Landbauforschung Völkenrode, 1996. – H. 1. – S. 10–17.
16. Шурхно Р. А. Микробиологический препарат для биоконсервирования растительных ресурсов на основе новых штаммов *Lactobacillus plantarum*, выделенных из природных источников : автореф. дис. … д-ра биол. наук. – Щелково : ФГБНУ ВНИТИБП, 2016. – 48 с.
17. Fehrmann E., Müller Th. Jaresverlauf des epiphytischen Mikrobenbesatzes auf einen Graslandstandort. // Das Wirtschaftseigene Futter, 1990. – Bd. 36. – H. 1. – S. 66–78.
18. Изучение эпифитной микрофлоры как источника формирования микробиоценоза силоса методом NGS-секвенирования / Е. А. Йылдырым, Г. Ю. Лаптев, Л. А. Ильина и [др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2015. – Т. 50.– № 6. – С. 832–838.
19. Победнов Ю. А. Основы и способы силосования трав. – СПб : ООО «Биотроф», 2010. – 192 с.
20. Вайсбах Ф., Шмидт Л., Хайн Е. Метод предотвращения нежелательного процесса брожения при силосовании, основанный на химическом составе зеленых кормов // Сб. материалов 12-го Международного конгресса по луговодству (11–20 июня 1974 г.). – М. : Колос, 1977. – Т. 2. – С. 235–237.
21. Вайсбах Ф. Будущее консервирования кормов // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2012. – № 2. – С. 49–70.
22. Победнов Ю. А. Теория и технологии силосования провяленных трав // Достижения науки и техники АПК. – 2002. – № 9. – С. 20–24.
23. Pahlow G., Weissbach F. New aspects of evaluation and application of silage // Landbauforschung Völkenrode, 1999. – Sonderheft 206. – P. 141–158.
24. Kalzendorf Ch. Clostridien-Sporen in der Rohmilch // Milchpraxis, 1996. – Bd. 34. – Jg. 1. – S. 38–41.
25. Победнов Ю. А. Теоретические аспекты силосования провяленных трав // Кормопроизводство. – 1998. – № 8. – С. 21–25.
26. Pobednov Ju., Weissbach F., Pahlow G. Über den Effekt von Milchsäurebakterien-Präparaten auf die Säuerungsgeschwindigkeit und die Gärqualität von Welksilage // Landbauforschung Völkenrode, 1997. – H. 3. – S. 97–102.
27. Панкратов В. В. Эффективность применения препаратов на основе молочнокислых бактерий при силосовании трав с различным содержанием сухого вещества и сахаро-буферным отношением : автореф. дис. … канд. с.-х. наук. – М. : ВИК, 2009. – 16 с.
28. Смирнов В. А. Пищевые кислоты (лимонная, молочная, винная). – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 264 с.
29. Квасников Е. И., Нестеренко О. А. Молочнокислые бактерии и пути их использования. – М. : Наука, 1975. – 389 с.
30. Штамм бактерий *Lactobacillus plantarum* для консервирования кормов / Т. Н. Грудинина, Г. Ю. Лаптев, Ю. А. Победнов и [др.] : патент на изобретение № 2173060 от 14.04.2000 г.
31. Теоретические предпосылки и эффективность использования препарата молочнокислых бактерий Силзак при силосовании провяленных трав / Ю. А. Победнов, А. П. Гаганов, В. В. Панкратов и [др.] // Кормопроизводство. – 2006. – № 6. – С. 22–27.

32. Производство грубых кормов. В 2-х книгах / Под ред. Д. Шпаара. – Торжок : ООО «Вариант», 2002. – Кн. 1. – 360 с.
33. Победнов Ю. А., Мамаев А. А., Широкоряд М. С. Биологические особенности силосования люцерны с препаратами молочнокислых бактерий // Кормопроизводство. – 2020. – № 3. – С. 43–46.
34. Зубрилин А. А., Мишустин Е. Н., Харченко В. А. Силос. – М. : Сельхозгиз, 1950. – 277 с.
35. Джуманазаров Б. Н. Процессы, происходящие при хранении сенажа // Бюлл. ВНИИФБиП с.-х. животных, 1973. – В. 3(29). – С. 50–53.
36. Ребиндер П. А. О формах связи воды с материалом в процессе сушки // Сборник материалов Всесоюзного совещания по интенсивности процессов и улучшению качества материалов при сушке в основных отраслях промышленности и сельского хозяйства. – М. : Профиздат, 1958. – С. 228–234.
37. Weissbach F. Consequences of grassland de-intensification for ensilability and feeding value of herbage // Landbauforschung Völkenrode, 1996. – Sonderheft 206. – P. 41–53.
38. Березовский А. А. Силосование кормов. – М. : Сельхозгиз, 1959. – 106 с.
39. Черновский Л. А. Влияние аэрации на активность некоторых ферментов силосованного корма // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 1978. – № 5. – С. 99–102.
40. Авраменко П. С., Постовалова Л. М. Производство силосованных кормов. – Минск : Ураджай, 1984. – 144 с.
41. Oldenburg E. Mycotoxins in conserved forage // Landbauforschung Völkenrode, 1991. – Sonderheft 123. – S. 191–205.
42. Grawskaw R. Reducing losses during ensiling // Developments in silage, 1987 /Papers presented at a seminar held at Oxford 18 March 1987. – P. 23–26.
43. Влияние бактерицидных культур на сохранность зеленых кормов / О. Ю. Мальцева, О. Л. Мещерякова, И. В. Новикова и [др.] // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2017. – Т. 79. – № 3. – С. 174–179.
44. Davies D. R., Fychan R., Jones R. Aerobic deterioration of silage: causes and controls // Nutritional Biotechnology in the feed and Food Industries. / Proceeding of Alltech́ s 23 rd Annual Symposium. – Nottingham, 2007. – P. 227–238.
45. Ильина К. А., Беседина С. Ф. Влияние *Propionibacterium schermanii* на состав органических кислот в силосе // Труды института микробиологии и вирусологии АН Казахской ССР. – 1966. – В. 9. – С. 29–35.
46. Pahlow G., Honig H. Grundlagen der Bereitung von Qualitätssilage // Schuman–Workshop Milchviehfutterung. 18. und 19. Mai in Bad Segeberg. – 1993. – S. 5–23.
47. Победнов Ю. А., Мамаев А. А. К вопросу возникновения пропионовокислого брожения в силосе из трав // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство. – М. : ООО «Угрешская типография», 2015. – Вып. 5 (53). – С. 283–290.
48. Победнов Ю. А., Мамаев А. А., Горькин А. М. Сравнительная эффективность консервирования трав с химическими и биологическими препаратами. // Кормопроизводство. – 2011. – № 6. – С. 46–48.
49. Панов А. А., Рогачевская Н. С. Эффективность бактериально-ферментных препаратов Биотал при заготовке силоса из однолетних травосмесей и зерносенажа // Актуальные проблемы заготовки, хранения и рационального использова-

ния кормов : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения доктора с.-х. наук, профессора С. Я. Зафрена (19–20 августа 2009 г., г. Москва). – М. : ФГУ РЦСК, 2009. – С. 79–86.

50. Малинин И., Кучин И., Юртаева К. Аэробная порча силоса: как снизить потери? // Животноводство России. – 2020. – № 3. – С. 50–51.
51. Muck R. E. Microbiology of ensiling. // Proceedings of the XVI International Silage Conference, Hämeenlinna, Finland, 2–4 July, 2012. – Helsinki, 2012. – P. 73–86.
52. Selwet M. Influence of inoculation with *Lactobacillus* on fermentation, production of 1,2-propanediol and 1-propanol as well as Maize silage aerobic stability // Open Life Sciences. – 2020. – Vol. 15. – Issue 1. – P. 373–378.
53. Йылдырым Е. А. Теоретические и экспериментальные основы микробиологической безопасности консервированных кормов для жвачных сельскохозяйственных животных : автореф. дис. … д-ра биол. наук. – Дубровицы : ФНЦ животноводства – ВИЖ им. Л. К. Эрнста, 2019. – 43 с.
54. Филатов И. И., Кузнецова Т. Т., Сафронова Л. Г. Микробиологические и биохимические процессы при силосовании люцерны с разным уровнем сухого вещества // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 1978. – № 5. – С. 44–47.
55. Лаптев Г., Хамитова Н. Аэробная стабильность силоса // Животноводство России. – 2013. – № 5. – С. 65.
56. McKersie B., Buchanan-Smith J. Changes in the levels of proteolytic enzymes in ensiled alfalfa forage // Can. J. Plant Sc. – 1982. – Vol. 62. –No. 1. – P. 111–116.
57. McKersie B. D. Effekt of pH on proteolysis in ensiled legume forage // Agronomy Journal. – 1983. – Vol. 77. – No. 1. – P. 81–86.
58. Short communication: Characteristics of proteolytic activities of endo- and exopeptidases in alfalfa herbage and their implications for proteolysis in silage / L. Tao, X. S. Guo, H. Zhou, D. J. Undersander, A. Nandety // Journal of Dairy Science. – 2012. – Vol. 95. – No. 8. – P. 4591–4595.
59. Победнов Ю. А., Мамаев А. А., Широкоряд М. С. Динамика аммиака и масляной кислоты в зависимости от степени провяливания и способа силосования люцерны //Кормопроизводство. – 2019. – № 4. – С. 41–46.
60. Зубрилин А. А., Мишустин Е. Н. Силосование кормов (теория вопроса). – М. : Издательство АН СССР, 1958. – 228 с.
61. Победнов Ю. А., Мамаев А. А., Иванова М. С. К вопросу сенажирования и силосования люцерны с препаратами молочнокислых бактерий // Продовольственная безопасность сельского хозяйства России в XXI веке. Жученковские чтения II. – М. : ООО «Угрешская типография», 2016. – С. 180–188.
62. Силосование люцерны с препаратами молочнокислых бактерий / Ю. А. Победнов, А. А. Мамаев, М. С. Иванова, К. Е. Юртаева // Животноводство и кормопроизводство, 2018. – Т. 101. – № 1. – С. 213–220.
63. Биохимические источники сахара, аммиака и масляной кислоты при провяливании, сенажировании и силосовании люцерны / Ю. А. Победнов, А. А. Мамаев, М. С. Широкоряд, Б. А. Осипян // Проблемы биологии продуктивных животных, 2020. – № 1. – С. 79–90.

64. Evaluation of structural carbohydrates losses and digestibility in alfalfa and orchard grass during ensiling / M. S. Yahaya, A. Kimura, J. Harai et al. // Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. – 2001. – V. 14. – No. 12. – P. 1701–1704.
65. Мак-Дональд П. Биохимия силоса / Пер. с англ. Н. М. Спичкина. – М. : Агропромиздат, 1985. – 272 с.
66. Квасников Е. И. Биология молочнокислых бактерий. – Ташкент : изд. УзССР, 1960. – 351 с.
67. Шурхно Р. А., Сироткин А. С. Свойства штаммов молочнокислых бактерий, используемых для ферментации высокобелковой растительной массы (обзор) // Вестник технологического университета. – 2013. – Т. 18. – № 10. – С. 227–232.
68. Kurtoglu V., Coskun B. Effekt of bacterial adding alfalfa silage on milk yield and milk composition of dairy cattle // Revue de Médecine Vétérinaire. – 2003. – Vol. 154. – No. 12. – P. 755–762.
69. Filya I., Muck R. E., Contreras-Govea F. E. Inoculant effects on alfalfa silage: fermentation products and nutritive value // Journal. of Dairy Science. – 2007. – V. 90. – № 11. – P. 5108–5114.
70. Кучин Н. Н., Мансуров А. П., Жирнов В. А. Биопрепараты при силосовании клевера лугового // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 4 (44). – С. 165–170.
71. Effects of mixing red clover with alfalfa at different ratios on dynamics of proteolysis and protease activities during ensiling / X. Li, J. Tian, Q. Zhang, Y. Jiang, Z. Wu, Z. Yu. // Journal of Dairy Science. – 2018. – Vol. 101. – No. 10. – P. 8954–8964.
72. Медведева В. Т. Зависимость качества силоса от времени уборки кукурузы. – Кукуруза. – 1957. – № 8. – С. 59–64.
73. Захарьев Н. И., Обухова З. Д., Андронов А. С. Химический состав и питательность кукурузы и кукурузного силоса при различных сроках уборки. – Фрунзе : Киргизский НИИЖиВ, 1959. – 83 с.
74. Силосование кукурузы в фазе восковой спелости зерна: рекомендации / В. А. Бондарев, Ю. А. Победнов, Г. А. Дедаев и [др.]. – М. : ВИК, 1991. – 16 с.

HISTORICAL OVERVIEW OF THE DEVELOPMENT OF ENSILAGE

Yu. A. Pobednov

The review presents the main stages of ensilage development in the world and domestic agricultural practice with a critical assessment of certain provisions formulated by the authors.
Keywords: *silage, maize, alfalfa, red clover, grasses, theory of ensilage, preparations of lactic acid bacteria, aerobic spoilage.*

УДК 636.085.7

ВНЕСЕНИЕ КОНСЕРВАНТОВ В СИЛОСУЕМЫЕ КОРМА ВОЗДУХОМ

С. А. Отрошко[1], кандидат сельскохозяйственных наук
А. Марчук[2], доктор сельскохозяйственных наук
А. В. Шевцов[1], кандидат технических наук
Н. Д. Шариков[1]
А. А. Бакулин[1]

[1]*ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса», г. Лобня Московской области, Россия, vniikormov@mail.ru*
[2]*Департамент сельскохозяйственных и транспортных машин, Университет естественных наук, г. Люблин, Польша*

DOI: https://doi.org/10.33814/MAK-2021-25-73-144-152

При заготовке консервированных кормов большое значение имеет равномерное распределение консервантов в корме. Если учесть, что консерванты отличаются по своим физическим свойствам и представлены на рынке Российской Федерации в жидком, вязком, порошкообразном состоянии, то существуют определенные трудности с их дозированием и равномерным распределением в силосуемых кормах. Особенно это важно для консервантов, которые используют в малых дозах. За рубежом этот вопрос решается за счет применения аппликаторов, позволяющих равномерно вносить низкие дозы консервантов в пределах 125–250 мл/т [1]. В нашей стране для увеличения равномерности распределения консервантов обычно к малому их количеству добавляют воду и вносят колонковыми центробежными или диафрагменными насосами из расчета 3–5 л/т силосуемого сырья. Вносить консерванты в чистом виде имеющимися насосами-дозаторами нет возможности, так как они не могут обеспечить равномерность распределения малых доз в корме. В связи с этим в ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» разработана установка к кормоуборочному комбайну для мелкодисперсного внесения консервантов сжатым воздухом. Представлены результаты лабораторных исследований.
Ключевые слова: *емкость, консервант, компрессор, сжатый воздух, трубопроводы, распылитель.*

Введение. При заготовке консервированных кормов большое значение имеет равномерное распределение консервантов в корме. Для повышения качества силоса и сенажа из многолетних кормовых трав в настоящее время в сельскохозяйственном производстве Российской Федерации широко применяются различные химические [2] и биологические консерванты [3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10]. Если учесть, что консерванты отличаются по своим физическим свойствам и представлены на рынке Российской Федерации в жидком, вязком или порошкообразном состо-

янии, то существуют определенные трудности с их дозированием при внесении в силосуемые корма, а также в их равномерном распределении в корме.

Особенно это важно для консервантов, которые используют в малых дозах. Обычно для увеличения равномерности распределения консервантов к малому их количеству добавляют воду и вносят колонковыми центробежными [11] или диафрагменными насосами [12; 13]. Однако при их использовании невозможно добиться внесения малых доз консервантов и равномерного их распределения по массе.

В настоящее время существуют разные способы и устройства для внесения различных консервирующих препаратов.

Анализ существующих устройств для дозирования жидких консервантов [14; 15; 16; 17; 18; 19] показал, что неравномерное распределение препаратов наблюдается при инъектировании растительной массы, например, в кузовах транспортных средств или при использовании иглообразных инъекторов непосредственно перед закладкой корма на хранение.

Такая же проблема существует при послойной укладке и трамбовке массы в силосохранилищах. Препараты вносят после разравнивания силосуемой массы по траншее слоем, не превышающем 20 см. Применяемые для этих целей устройства [20; 21] не обеспечивают внесение малых доз препаратов и, самое главное, их равномерное распределение по слоям закладываемого на хранение силоса.

Известно, что наиболее равномерное внесение жидких консервантов обеспечивается на кормоуборочных комбайнах [22; 23] в процессе погрузки измельченной массы в транспортные средства. В данном случае консервант поступает непосредственно в кормовой поток, перемещающийся внутри силосопровода со скоростью до 38 м/с и более [24].

Однако вопрос о снижении потерь консервантов и повышении их равномерности распределения в потоке измельченной зеленой массы остается и в этом случае до конца не решенным.

Следует также учитывать, что при существующих нормах внесения в силосуемую массу дорогостоящих жидких консервантов из расчета 3–5 л/т [25; 26], во время уборки зеленой массы современными высокопроизводительными кормоуборочными комбайнами типа Дон-680М производства «Ростсельмаш» (Россия), Jaguar — фирмы Claas, BiG X — фирмы Krone (Германия) и другими происходят частые их остановки для дозаправки емкостей объемом 200 или 400 литров, что снижает их производительность.

Заслуживают внимания устройства, в которых дозирование консервантов осуществляется пневматическим способом.

Так, в устройстве для внесения консервантов [27] распылительным диском создается аэрозольное облако консерванта, которое под действием воздушного потока, образованного крыльчаткой с приводом, равномерно распределяется и проникает в массу убираемого валка перед измельчением. Ограничительные кожухи препятствуют потерям аэрозоля, а дозирование консерванта осуществляется, например, подбором шайбы, имеющей соответствующий диаметр проходного отверстия.

Ф.Н. Галлямовым, Р.А. Гариповым, Р.Р. Камалетдиновым разработано устройство для внесения консервантов [28], устанавливаемое на кормоуборочном комбайне и позволяющее вентилятором с диаметральной крыльчаткой создавать в распылителе равномерный воздушный поток по всей ширине валка и вносить консервант в виде аэрозоля непосредственно в тело валка перед измельчением.

В Кубанском государственном аграрном университете разработан агрегат для измельчения и разбрасывания соломы [29], в состав которого входит дозирующее устройство рабочего раствора для обработки соломы, работающее от сжатого воздуха, создаваемого компрессором трактора. Рабочий раствор из емкости, снабженной манометром, давлением воздуха по патрубкам подается к распылителям для обработки соломы перед ее разбрасыванием равномерным слоем по поверхности поля.

Для использования потока воздуха движущегося в материалопроводе кормоуборочного комбайна вместе с массой измельченного корма со скоростью порядка 20 м/с Т.П. Матеконисом и Э.С. Лаужинскасом предложен дозатор жидких добавок [30]. В данном устройстве количество поступающего консерванта из емкости с постоянным уровнем жидкости в распыляющую эжекторную трубку регулируется вследствие изменяемого по высоте положения открытого конца трубки. Другой конец трубки оперт на мембрану пневмокамеры, которая изгибается в зависимости от динамического напора воздушного потока в материалопроводе, передаваемого посредством трубки Пито в вакуумную полость пневмокамеры.

Проведенный анализ литературных источников показал, что, несмотря на разнообразие технических средств для внесения консервантов в силосуемую массу, практически все они не обеспечивают или не полностью обеспечивают равномерность внесения малых доз консервантов в силосуемую массу. В основном они отличаются сложностью конструкций, материалоемки, сложны в эксплуатации. Наиболее перспективным в этом направлении являются устройства, позволяющие распылять консерванты.

Это вызывает необходимость новых технических решений, устраняющих указанные недостатки.

Цель исследований. Разработать установку к кормоуборочному комбайну, обеспечивающую мелкодисперсное внесение малых доз жидких консервантов сжатым воздухом и равномерное их распределение в измельченной растительной массе.

Материалы и методы. Разработку установки к кормоуборочному комбайну для мелкодисперсного внесения консервантов сжатым воздухом и его испытания проводили в лаборатории механизации кормопроизводства ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» в соответствии с «Правилами безопасного механизированного применения биологических и химических консервантов кормов в кормопроизводстве АПК Российской Федерации» [31]. Определение качества работы оборудования, требуемую норму расхода консерванта, пробное внесение консерванта путем выработки полной или частичной емкости для него осуществляли в соответствии с ГОСТ Р54782-2011 «Машины кормоуборочные. Методы испытаний» [32].

В качестве консерванта использовали воду, поступающую самотеком из емкости установки в распылитель, функционирующий от сжатого воздуха, подаваемого компрессором СО-7Б.

Технические характеристики компрессора: производительность компрессора — не менее 30 (500) $м^3$/ч (л/мин); максимальное давление сжатого воздуха компрессора — 0,6 (6) Мпа (кг/$см^2$); ресивер компрессора, объем — 22 л; габаритные размеры: 810 × 520 × 1150 мм; масса компрессора — не более 135 кг; мощность электродвигателя — 4,0 кВт; обороты электродвигателя — 2800 об/мин; напряжение — 380 В.

Контроль давления воздуха в пневмосистеме установки осуществляли по манометру, установленному на ресивере компрессора. Дозу вносимого консерванта устанавливали регулировкой выпускных кранов емкости и компрессора.

Для определения производительности установки использовали мерный стакан объемом 1 л и секундомер. Дисперсность распыляемого консерванта (воды) определяли визуально. Скорость вращения крыльчатки распылителя определяли по тахометру.

Результаты и обсуждение. В ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» разработана установка для мелкодисперсного внесения малых доз жидких консервантов сжатым воздухом [33] (рис. 1).

Основным рабочим элементом установки для мелкодисперсного внесения малых доз жидких консервантов является распылитель (рис. 2, 3), обеспечивающий дезинтеграцию жидкого консерванта и подачу его мелкодисперсных капель непосредственно в силосопровод кормоуборочного комбайна.

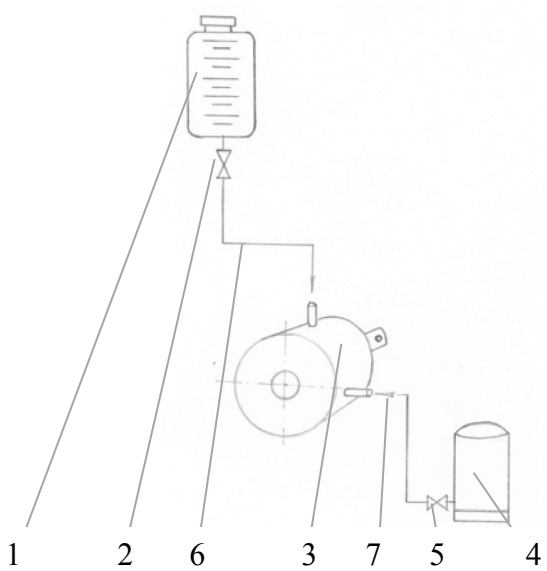

Рис. 1. Принципиальная схема установки для мелкодисперсного внесения малых доз жидких консервантов сжатым воздухом:

1 — емкость; 2 — выпускной кран; 3 — распылитель; 4 – компрессор; 5 — выпускной кран; 6 — трубопровод для подачи консерванта; 7 — трубопровод для подачи сжатого воздуха

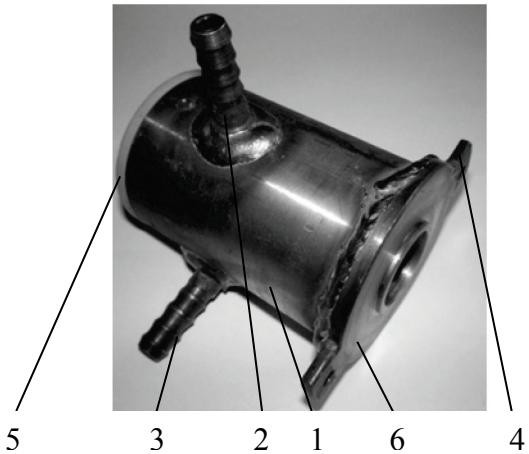

Рис. 2. Общий вид распылителя консервантов

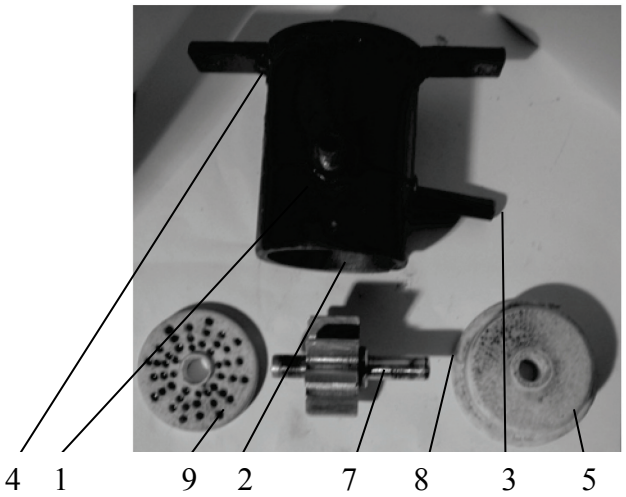

Рис. 3. Рабочие элементы распылителя консервантов

Распылитель имеет корпус (1) с вертикальным штуцером (2) для подачи консерванта самотеком, боковым штуцером (3) для подачи сжатого воздуха и кронштейном (4) для крепления распылителя на силосопроводе комбайна. Корпус (1) распылителя снабжен задней крышкой (5) и крышкой-соплом (6). Внутри распылителя расположена крыльчатка (7) с восьмью лопастями (рабочее колесо), выполненная заодно с валом (8), и сепаратор (9). Задняя крышка (5) является внешней опорой вала (8) крыльчатки (7), а сепаратор (9) — внутренней.

Детали распылителя изготовлены из разных материалов. Так, корпус, вертикальный штуцер для подачи консерванта самотеком, боковой штуцер для подачи сжатого воздуха, кронштейн для крепления распылителя на силосопроводе комбайна и крышка-сопло выполнены из стали. Задняя крышка и сепаратор — из фторопласта. Крыльчатка с валом — из дюралюминия.

Установка для мелкодисперсного внесения малых доз жидких консервантов сжатым воздухом работает следующим образом. Компрессор кормоуборочного комбайна подает сжатый воздух через боковой штуцер распылителя на крыльчатку и раскручивает ее. В это же время через вертикальный штуцер подается самотеком из емкости установки консервант на крыльчатку, где происходит его дезинтеграция до мелкодисперсного состояния и в таком виде через сепаратор и крышку-сопло препарат вместе с воздухом вносится в силосопровод.

При определении производительности разработанного устройства в распылитель подавали самотеком жидкость объемом 1,5 л, имитирующую консервант, и сжатый воздух компрессором. При этом сжатый воздух раскручивал крыльчатку до 2000 об/мин, что обеспечивало требуемое распыление. Открытием полностью или наполовину крана емкости регулировали расход консерванта. Максимальный расход распыляемой жидкости достигал 500 мл/мин. Время распыления консерванта определяли по секундомеру.

Заключение. Разработанное устройство к кормоуборочному комбайну на основе распылителя с вращающейся от сжатого воздуха крыльчаткой, позволяет вносить жидкие консерванты в малых дозах — от 100 до 500 мл/мин в мелкодисперсном виде и обеспечивать равномерное их распределение в измельченной растительной массе.

Малые дозы препаратов, вносимые на тонну силосуемого сырья новым устройством, не требуют больших емкостей и частых остановок комбайна для дозаправки консервантом.

Предлагаемое техническое решение отличается простой конструкцией, малой материалоемкостью и стоимостью.

Разработанная установка также может быть использована на стационаре при закладке на хранение в рукава влажного зерна, жома, сенажа и других кормов.

Литература

1. Дринча В. М. Способы и аппликаторы внесения консервантов при заготовке кормов // Кормопроизводство. – 2012. – № 2. – С. 45–49.
2. Корма: приготовление, хранение, использование : справочник / В. В. Щеглов, Л. Г. Боярский. – М. : Агропромиздат, 1990. –255 с.
3. Технологические и экономические преимущества использования препарата Биосил НН при силосовании вико-ячменной смеси / Н. Н. Кучин, А. П. Мансуров, И. А. Шишкина, И. И. Рыбин // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве : материалы Междунар. науч.-техн. конф. (Минск, 19–20 окт. 2012 г). – Т. 2. – Минск : НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2012.– С. 136–140.
4. Победнов Ю. А., Мамаев А. А., Горькин А. М. Сравнительная эффективность консервирования трав с химическими и биологическими препаратами // Кормопроизводство. –2011. – № 6.– С. 46–48.
5. Лактофлор — микробиологический препарат для силосования кормов. – Санкт-Петербург–Пушкин, 2006. – 36 с.
6. Афанасьев П., Гурная О., Калинин Ю. Гарантия качества силоса — Лактофид // Животноводство России. – 2005. – № 6. – С. 57.
7. Клименко В. П. Научное обоснование и разработка эффективных способов повышения энергетической и протеиновой питательности силоса и сенажа из трав : автореф. дис. … докт. с.-х. наук. – Дубровицы : ГНУ ВИЖ Россельхозакадемии, 2012. – 35 с.
8. Использование биологических консервантов при силосовании сочных кормов и их влияние на продуктивность животных / М. Г. Маликова, Н. Ш. Мамлеев, Д. Р. Рахимкулов, Р. Р. Ялалов // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2010. – № 4. – С. 65–69.
9. Панов А. А. Эффективность бактериально-ферментных препаратов серии «Биотал» при заготовке силоса из однолетних травосмесей и зерносенажа // Сельскохозяйственные вести. – 2009. – № 2. – С. 18–19.
10. Победнов Ю. А. Силосование трав с использованием новых бактериальных препаратов // Зоотехния. – 1998. – № 6. – С. 12–14.
11. Патент РФ № 42080, МПК F04D13/00, A23K3/00. Вертикальный насосный агрегат / Сенник Я. С., Гокоев И. А. – Опубл. в Б. И. – 2004. –№ 32.
12. Рекламный проспект ООО НПП «Белама плюс», Республика Беларусь.
13. Инструкция по эксплуатации насосно-дозирующего комплекса НДК-12 фирмы производителя ООО «Биотроф».
14. А. с. 1318215 SU, МКИ А23К3/03. Устройство для обработки жидкими консервантами пористого растительного материала / И. А. Уланов, Н. А. Зубрилин, Ю. Ф. Лявин, В. И. Дуганец (SU). – № 3949327/30–15; заявлено 03.09.1985; опубл. 23.06.1987, Бюл. № 23.

15. А. с. 1327870 SU, МКИ А23К3/03. Установка для внесения жидких реактивов в обрабатываемый материал / Б. Л. Микая, Н. В. Кондратьев, В. К. Пожарский, В. Е. Поединок, А. И. Герасименко, В. Л. Пяев, А. А. Цаплин (SU). – № 3935007/30–15; заявлено 01.08.1985; опубл. 07.08.1987, Бюл. № 29.
16. А. с. 1357005 SU, МКИ А23К3/03. Устройство для внесения жидких веществ в объем растительного сырья / А. Д. Гарькавый, И. П. Масло, В. Е. Поединок, В. А. Гарькавый, А. С. Полевой, Ю. И. Савченко, Б. И. Андрусенко, Н. П. Каминский, А. П. Алексеев, М. П. Алексеенко (SU). – № 3914745/30–15; заявлено 11.06.1985; опубл. 07.12.1987, Бюл. № 45.
17. А. с. 1493406 SU, МКИ А23К3/03. Устройство для обработки пористого растительного сырья жидкими препаратами / Е. К. Отто, В. Н. Почернин, И. Г. Бойко, А. П. Гусак (SU). – № 4334260/30–15; заявлено 29.10.1987; опубл. 15.07.1989, Бюл. № 26.
18. Пат. 2063146 RU, МПК А23К3/03. Устройство для инъектирования жидкими консервантами кормовой растительной массы / П. Я. Фадеев, В. Я. Фадеев, И. В. Стариков, М. С. Мандрик, И. В. Жоров (RU). – № 93040670/15; заявлено 10.08.1993; опубл. 10.07.1996, Бюл. № 19.
19. Пат. 2061387 RU, МПК А23К3/03; A23N17/00. Агрегат для внесения консервирующих препаратов в растительную массу / И. М. Курочкин, Ю. Е. Глазков, А. В. Милованов (RU).–№ 93017878/15; заявлено 29.03.1993; опубл. 10.06.1996.
20. А. с. СССР № 1510819, МКИ А23К3/03. Устройство для внесения консервантов при трамбовке силоса / А. В. Гвоздев, А. Д. Гарькавый, Н. И. Добрянский; опубл. в Б. И. – 1989. – № 36.
21. А. с. СССР № 1641250, МКИ А23К3/03, А01F25/16. Устройство для внесения консервантов при трамбовке силоса / А. В. Гвоздев, А. Д. Гарькавый, Н. И. Добрянский; опубл. в Б. И. – 1991. – № 14.
22. А. с. СССР № 1214009, МКИ А01D43/08. Силосоуборочный комбайн / Т. П. Матеконис, Д. С. Груздене, И. Ю. Сирвидис, П. П. Янулис; опубл. в Б. И. – 1986. – № 8.
23. А. с. СССР № 1777696, МКИ А01D43/08. Силосоуборочный комбайн / О. С. Марченко, Е. И. Резник, А. А. Воронков, Н. М. Симонов, Н. М. Семенихин, М. Ю. Даренко; опубл. в Б. И. – 1992. – № 44.
24. Авраменко П. В. Исследование процесса внесения консерванта в силосопровод кормоуборочного комбайна // Механизация и электрификация сельского хозяйства. Межвед. темат. сб. в 2 т., Т. 2 / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск : РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2013. – С. 27–34.
25. Теория и практика консервирования и хранения кормов / В. А. Бондарев, Ю. А. Победнов, В. М. Соколков, С. А. Отрошко // Сб. научн. тр. к 75-летию Всероссийского научно-исследовательского института кормов имени В. Р. Вильямса «Кормопроизводство России». – М. : РАСХН, ВИК. – 1997. – С. 117–130.
26. Современные способы внесения консервантов / С. А. Отрошко, Ю. Д. Ахламов, А. В. Шевцов // Техника и оборудование для села. – 2011. – № 3. – С. 14–15.
27. Пат. 2469551 RU, МПК А23К3/00. Устройство для внесения консервантов / Ф. Н. Галлямов, Р. Р. Камалетдинов, М. Х. Байгускаров, Д. Ю. Широков (RU). – 2010103430/13; заявлено 02.02.2010; опубл. 20.12.2012, Бюл. № 35.

28. Пат. 2476084 RU, МПК A23K3/00. Устройство для внесения консервантов / Ф. Н. Галлямов, Р. А. Гарипов, Р. Р. Камалетдинов (RU). – 2011126805/13; заявлено 29.06.2011; опубл. 27.02.2013, Бюл. № 6.
29. Пат. 2536454 RU, МПК A01F12/40, A01D90/06. Агрегат для измельчения и разбрасывания соломы / Б. Ф. Тарасенко, М. И. Чеботарев, А. А. Скубак (RU). – 2013138263/13; заявлено 15.08.2013; опубл. 27.12.2014, Бюл. № 36.
30. А. с. 1655451 SU, МКИ A23N17/00. Дозатор жидких добавок в измельченную массу/ Т. П. Матеконис, Э. С. Лаужинскас (SU).– 4679649/15; заявлено 20.03.1989; опубл. 15.06.1991, Бюл. № 22.
31. Правила безопасного механизированного применения биологических и химических консервантов кормов в кормопроизводстве АПК Российской Федерации: инструктивно-методическое издание / А. Ю. Измайлов, О. С. Марченко, В. А. Колесникова, Л. А. Марченко, Т. В. Мочкова, А. И. Мишин. – М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 36 с.
32. ГОСТ Р54782-2011. Машины кормоуборочные. Методы испытаний. – М. : ФГУП «Стандартинформ», 2012. – 45 с.
33. Пат. 2695145 RU, МПК A23K10/00. Устройство для внесения малых доз жидких биологических консервантов / С. А. Отрошко, Н. Д. Шариков, А. В. Шевцов, В. М. Косолапов (RU). – № 2018126501; заявлено 18.07.2018; опубл. 22.07.2019, Бюл. № 21.

INTRODUCTION PRESERVATIVES IN SILAGE FEED WITH AIR

S. A. Otroshko, A. Marczuk, A. V. Shevtsov,
N. D. Sharikov, A. A. Bakulin

When preparing preserved feed, it is of great importance to distribute preservatives evenly in the feed. Considering that preservatives differ in their physical properties and are available in liquid, viscous, and powdered form on the market of the Russian Federation, there are certain difficulties with their dosage and uniform distribution in silage feeds. This is especially important for preservatives, which are used in small doses. Abroad, this issue is solved by using applicators which allow to make low doses of preservatives in the range of 125-250 ml/t uniformly [1]. In our country, to increase uniformity of preservatives distribution, water is usually added to a small amount of preservatives and they are applied by column centrifugal or diaphragm pumps at the rate of 3–5 l/t of silage raw material. It is not possible to apply preservatives in pure form with available metering pumps, as they cannot ensure uniformity and small doses of their application. In this regard, the installation for forage harvester for fine-dispersed application of preservatives by compressed air was developed in the Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology. The results of laboratory studies are presented.
Keywords: *tank, preservative, compressor, compressed air, pipelines, sprayer.*

УДК 636.084

СЕМЕНА ЯРОВОЙ СУРЕПИЦЫ В РАЦИОНАХ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

В.М. Косолапов, академик РАН
З. Н. Зверкова, кандидат сельскохозяйственных наук
Х. Г. Ишмуратов, доктор сельскохозяйственных наук
Б. А. Осипян, кандидат сельскохозяйственных наук
Л. М. Коровина, кандидат химических наук

ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса», г. Лобня, Московской области, Россия, gaganovvnni@mail.ru

DOI: https://doi.org/10.33814/MAK-2021-25-73-153-157

В целях экономии соевого шрота, подсолнечного масла и снижения стоимости рационов можно использовать новые источники сырья. В современных условиях обращает на себя внимание яровая сурепица, семена которой можно использовать в качестве жировой и протеиновой добавки. Были проведены опыты по определению оптимальной нормой ввода семян яровой сурепицы сорта Надежда в комбикорма при выращивании цыплят-бройлеров. Установлено, что данный сорт относится к каноловым и его семена можно включать в состав комбикормов до 7 % (по массе), что не оказывает отрицательного влияния на состояние организма и интенсивность прироста цыплят-бройлеров. Введение семян яровой сурепицы до 7 % в состав комбикормов для цыплят-бройлеров уменьшает использование соевого шрота до 4,7 % и подсолнечного масла до 2,3 % (относительные). Эффективность преобразования в продукцию по группам составила в контроле 61,93 % и в опытных группах — от 62,18 до 63,62 % соответственно.
Ключевые слова: *семена сурепицы, живая масса, цыплята-бройлеры.*

В настоящее время для обеспечения потребностей птицы в питательных веществах используются в основном зерновые культуры. Одним из путей снижения объема потребления фуражного зерна является использование новых, нетрадиционных, кормовых ингредиентов, адаптированных к местным климатическим условиям, которые по биологической ценности не уступают другим кормовым средствам [1]. В современных условиях обращает на себя внимание яровая сурепица, семена которой можно использовать в качестве жировой и протеиновой добавки в различных количествах в рационах птицы. Однако сдерживающим фактором в использовании сурепицы является наличие глюкозинолатов в семенах и эруковой кислоты в масле, негативно влияющие на рост и развитие птицы, особенно молодняка. Они в организме образовывают изотиоцианаты и нитраты, которые негативно влияют на щитовидную

железу, приводят к нарушениям в обмене веществ. Высокое содержание эруковой жирной кислоты снижает окислительные процессы в сердечной мышце [2]. Для снижения влияния негативных факторов наиболее действенным способом является селекционная работа. В результате многолетних исследований учеными создан разнообразный селекционный материал и выведены новые сорта яровой сурепицы.

Ученые ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» проводят селекционную работу по улучшению кормовых достоинств новых сортов рапса и сурепицы, характеризующихся высокой масличностью семян, высоким содержанием сырого протеина, меньшим количеством в них глюкозинолатов и эруковой кислоты в масле. Содержание питательных веществ в семенах и жирных кислот в масле позволяет использовать семена рапса и сурепицы в кормлении животных и особенно птицы, что имеет важное научное и практическое значение. В условиях Нечерноземной зоны, при оптимизации технологических приемов и улучшения продукционных качеств, возделывание яровой сурепицы является актуальным, так как она является ценным высокобелковым, энергонасыщенным кормовым продуктом в питании животных и птиц, а также источником пищевого растительного масла [3; 4; 5].

Материалы и методы исследования. В эксперименте использовано семена яровой сурепицы сорта Надежда. Исследования проводили в условиях вивария ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» на цыплятах-бройлерах кросса «ROSS-308». Было сформировано пять групп методом групп-аналогов в соответствии с требованиями ВНИТИП [6]. Выращивались они во фрагментах клеточной батареи с суточного возраста. Продолжительность опыта — 39 дней. Во все возрастные периоды выращивания фронт кормления и поения, температурный, световой и влажностный режимы, а также плотность посадки были обеспечены в соответствии с существующими рекомендациями.

При проведении исследований учитывали живую массу, среднесуточный и валовой прирост живой массы, затраты корма, сохранность поголовья.

Кормление осуществлялось сухими, рассыпными комбикормами, которые были приготовлены в виварии ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». По данным химического анализа кормов были разработаны рецепты комбикормов [7]. По схеме опыта контрольные комбикорма готовили без семян яровой сурепицы, а в I, II, III и IV опытные комбикорма включали размолотые семена яровой сурепицы в количестве 2, 4, 6 и 7 % (по массе) при частичной замене соевого шрота и подсолнечного масла. Комбикорма с семенами яровой сурепицы цыплята получали с суточного возраста.

Результаты исследования. В исследовании установлено, что семена изучаемого сорта Надежда относится к каноловым. По содержанию питательных веществ семена сурепицы имели 45 % сырого жира, 26,8 % сырого протеина.

Важный показатель в оценке кормовых достоинств семян сурепицы — положительное воздействие на интенсивность роста и развития цыплят-бройлеров. Ввод семян сурепицы до 7 % по массе комбикорма повышал интенсивность роста живой массы цыплят-бройлеров с первой недели выращивания и до конца опыта. В исследуемые периоды живая масса цыплят-бройлеров в контроле и в опытных группах не имела значительных различий (P < 0,05), что свидетельствует о безопасном воздействии семян сурепицы на организм цыплят-бройлеров. Незначительное отставание в увеличении живой массы цыплят-бройлеров, получавших 7 % яровой сурепицы, возможно связано с уменьшением потребления комбикорма. Влияние на зоотехнические показатели выращивания цыплят-бройлеров с использованием семян яровой сурепицы сорта Надежда представлены в таблице 1.

1. Основные зоотехнические показатели выращивания цыплят-бройлеров

Показатели	Опытные группы				
	контроль	I	II	III	IV
		Количество семян сурепицы в комбикорме, %			
		2	4	6	7
Сохранность поголовья, %	100,0	100,0	100,0	100	91,7
Средняя живая масса, г: — суточный цыпленок	38,0 ± 0,41	38,0 ± 0,43	38,0 ± 0,41	38,0 ± 0,43	38,0 ± 0,42
— в возрасте 39 дней	2255,0 ± 40,50	2264,0 ± 40,20	2270,1 ± 31,20	2296,9 ± 31,12	2248,5 ± 44,21
Прирост живой массы, кг	2217 ± 33,6	2226 ± 45,7	2232 ± 29,6	2259 ± 29,9	2210 ± 24,4
Среднесуточный прирост живой массы, г	56,85 ± 0,8	57,08 ± 0,8	57,23 ± 0,7	57,92 ± 0,7	56,66 ± 0,6

Сохранность цыплят-бройлеров в контроле, I, II, III опытных группах составила 100 %, в IV группе — 91,7 %. Максимальный среднесуточный прирост живой массы 57,9 г получен от цыплят-бройлеров, получавшие 6 % семян яровой сурепицы в комбикорме, что на 1,88 %

больше, чем в контроле. Разница по показателям прироста между контролем и опытными группами недостоверна (P < 0,05).

Затраты кормов за период опыта и стоимость комбикормов представлены в таблице 2.

2. Затраты кормов и стоимость кормов

Группа	Затраты корма на 1 голову, кг	Затраты на 1 кг прироста		Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	
		корма, кг	протеина, г	стартового	финишного
Контроль	3,58	1,61	351	25,50	24,63
I опытная группа	3,58	1,61	341	24,06	23,74
II опытная группа	3,57	1,59	341	23,70	22,82
III опытная группа	3,55	1,57	338	22,79	22,30
IV опытная группа	3,52	1,60	344	22,34	21,85

Введение семян яровой сурепицы до 7 % (по массе) уменьшало потребление комбикормов цыплятами опытных групп на 0,28, 0,84 и 1,67 %, по сравнению с контролем. На единицу прироста живой массы затраты кормов и протеина у цыплят третьей опытной группы уменьшились на 2,48 и на 3,7 % по сравнению с контролем.

Включение семян яровой сурепицы в количестве 2, 4, 6 и 7 % (по массе) в стартовый и финишный комбикорма уменьшало использование подсолнечного масла и соевого шрота. Поскольку стоимость семян сурепицы была меньше, чем соевый шрот и подсолнечное масло, то и цена 1 кг стартового и финишного опытных комбикормов уменьшилась до 12,4 и до 11,2 % соответственно.

Заключение. Соответствие кормовых достоинств сортов яровой сурепицы требованиям организма определяет ее эффективность использования в кормлении птицы.

Проведенными исследованиями выявлено, что семена яровой сурепицы сорта Надежда относятся к каноловым и их можно включать до 7 % (по массе) в состав комбикормов во все периоды выращивания цыплят-бройлеров, не оказывая отрицательного влияния на состояние организма и интенсивность прироста цыплят-бройлеров.

Эффективность преобразования в продукцию по группам составила в контроле 61,93 % и в опытных группах (I, II, III, IV) — 62,18, 62,51, 63,62, 62,78 % соответственно.

Литература

1. Фисинин В. И., Егоров И. А., Ленкова Т. Н. Использование нетрадиционных кормов в рационе птицы // Птица и птицепродукты. – 2016. – № 4. – С. 14–17.
2. Roland D. A., Edwards H. M. Effect of linoleic acid reserves on essential fatty acid deficiency of the chick // Poultry science. – 1972. – Т. 51. – P.382–389.
3. Косолапов В. М. Оптимизация элементов технологии возделывания яровой сурепицы в Нечерноземной зоне / В. М. Косолапов, В. Т. Воловик, Ю. К. Новоселов [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 11. – С. 25–27.
4. Сорта кормовых культур селекции ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса»: монография / ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». – М.: ООО «Угрешская типография», 2019. – 92 с.
5. Воловик В. Т. Рапс и сурепица — резерв повышения питательной ценности кормов // Орошаемое земледелие. – 2018. – № 2. – С. 31–32.
6. Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы / И. А. Егоров, В. А. Манукян, Т. Н. Ленкова [и др.]. – Сергиев Посад: Издательский дом «Весь Сергиев Посад», 2013. – 50 с.
7. Руководство по оптимизации рецептов комбикормов для сельскохозяйственной птицы / В. И. Фисинин, И. А. Егоров, Т. Н. Ленкова [и др.]. – Сергиев Посад, 2014. – 155 с.

SEEDS OF SPRING BRASSICA CAMPESTRIS IN THE DIETS OF CHICKENS-BROILERS

V. M. Kosolapov,
Z. N. Zverkova, H. G. Ishmuratov,
B. A. Osipyan, L. M. Korovina

In order to save soybean meal, sunflower oil and reduce the cost of rations, new sources of raw materials can be used. In modern conditions, attention is drawn to the brassica rapa campestris, the seeds of which can be used as a fat and protein supplement. Experiments were carried out to determine the optimal rate for the introduction of seeds of spring rape variety Nadezhda into compound feed for growing broiler chickens. It has been established that this variety belongs to canola varieties and can be included up to 7% (by weight) in the composition of mixed fodders, does not have a negative effect on the state of the body and the growth rate of broiler chickens. The introduction of seeds of spring rape to 7% in the composition of feed for broiler chickens reduces the use of soybean meal to 4.7% and sunflower oil to 2.3% (relative). The efficiency of conversion to products by group was 61.93 % in the control group and 62.18% to 63.62% in the experimental group, respectively.

Keywords: *brassica campestris, seeds, live weight, broiler chickens*.

УДК 636.2.034

ВАРИАБЕЛЬНЫЙ МИР НУТРИЦИОНИСТА[1] Н. П. ВОЛКОВА

В. В. Попов, кандидат биологических наук

ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса», г. Лобня Московской области, Россия
vniikormov@mail.ru

DOI: https://doi.org/10.33814/MAK-2021-25-73-158-169

Статья посвящена жизни и творчеству одного из ярких представителей зоотехнии XX века — Николаю Павловичу Волкову. Всесторонне образованный (зоотехник, кибернетик, экономист), он является автором уникального проекта — вариабельных норм кормления крупного рогатого скота, которые учитывают конкретные условия хозяйств, возраст, продуктивность, состояние животных, условий их содержания, сезона года, фактического наличия и качества кормов. После полувекового перерыва вновь был использован при разработках нормативов факториальный метод. Изложены оригинальные взгляды Н. П. Волкова на злободневные вопросы науки и производства: зоотехнический анализ кормов, эффективные способы переработки зерна, теория аминоаддуктов, консультативная помощь хозяйствам опытной базы ВНИИ кормов, коллектив которого хранит в памяти дела и творчество неординарного ученого Николая Павловича Волкова.

Ключевые слова: *молочный скот, кормление, вариабельные нормы, факториальный метод, корма, качество, обменная энергия, сырой протеин, консультативная помощь.*

Памяти незаурядного ученого и человека
Николая Павловича Волкова (21.04.1939 — 09.09.2020)
посвящается

Николай Павлович Волков с ранних лет мечтал о работе во Всесоюзном научно-исследовательском институте кормов. Во-первых, это было престижно, а во-вторых, рядом с домом — в 15 мин езды на поезде по Савёловской железной дороге от станции Икша до станции Луговая, где расположен ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса. Но, как часто это бывает, прошли годы, прежде чем мечты сбылись.

В силу темперамента и природного любопытства, Н. П. Волков уже во время учебы в Московском институте ветеринарии заинтересовался научной работой. Дипломная работа была посвящена изучению взаимосвязи триптофана и никотиновой кислоты в питании свиней. Было установлено, что никотиновая кислота экономит расход лимитирующей аминокислоты — триптофана. Это было пусть маленькое, но настоящее открытие, которое привело его в аспирантуру при кафедре корм-

[1] Нутрициолист — специалист по кормлению животных.

ления под руководством знаменитого профессора Абрама Савельевича Солуна.

При изучении научной литературы, в частности журнала «Dairy Science», Н. П. Волкова впечатлила работа нутрициониcтов (специалистов по разработке норм кормления и рационов для животных), выполненная в университете штата Иллинойс (США), в которой было наглядно (фотографиями) показано, что у телят, получавших стружку сахарной свеклы, были хорошо развиты сосочки рубца, а в контроле — гладкая слизистая («лысый рубец»). Оригинальная статья поспособствовала повышенному интересу Н. П. Волкова к влиянию отдельных видов кормов на физиологию рубца у молодняка КРС. По его глубокому мнению, рубец имеет определенные пределы и возможности, которые надо учитывать. К настоящему времени этот вопрос достаточно хорошо изучен и учитывается в кормлении скота. В частности, в работах Северо-Кавказкого НИИ животноводства убедительно показано, что переваримостью кормов в рубце можно и нужно управлять [1]. Итальянская фирма Nutristar S.p.A. разработала практический метод совершенствования кормления Ruminology, с помощью которого оценивается содержимое рубца и кала на предмет переваримости НДК, КДК и крахмала, что позволяет более точно сбалансировать рационы [2].

Отсюда формула нутрициентов гласит: «Кормить надо не корову, а рубец!». Выяснилось, что корова на 40 % работает, как полигастричное животное, и на 60 % — как моногастричное. Многое, в том числе витамины, синтезируются в рубце (если давать корове безкаротинную диету, в кале обнаруживается каротин). Так что уровень содержания каротина служит только как качественный показатель корма.

Учеба в аспирантуре постепенно сформировала у Н. П. Волкова критическое мышление в науке и предпринимательские наклонности на производстве. В 60-е годы прошлого столетия хозяйствам («Борец» и «Крюковский» Московской области), где Н. П. Волков отрабатывал двухлетний послевузовский практикум, было предписано сдавать молодняк, в основном бычков, на мясо по государственным расценкам. С точки зрения Н. П. Волкова это было неоправданно, так как не реализуется эффект быстрого прироста. Поэтому он предложил не отправлять телят на мясокомбинат, а раздать населению по домам, чтобы довести молодняк до нужной кондиции (400 кг) и получить максимум возможного. В результате была получена большая прибыль, не в накладе осталось и население. Однако в дальнейшем инициатива заглохла, так как бухгалтеры заявили, что больше на такую авантюру не пойдут.

Давняя мечта о работе в науке привела Н. П. Волкова в институт сельскохозяйственной кибернетики. Там он освоил программу оптимизации рационов, но, когда создали проблемную лабораторию «Кормовая

база промышленных комплексов» (заведующий Ф. Б. Прижуков), перешел на работу во ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса. Н. П. Волков составлял программы развития кормовой базы, но сам не верил распечаткам: «Машина — дурак. Что в нее вложишь, то она тебе и выплюнет». Это жесткое заявление свидетельствует, кроме всего прочего, о его повышенных требованиях к профессиональной грамотности программиста или оператора компьютерной техники.

Работа в проблемной лаборатории позволяла разобраться в фундаментальных вопросах зоотехнии («познакомился с работами классиков, которых никто не читает»). Основательно изучил «Новую систему оценки кормов в ГДР» [3]. Понял, что главное в кормлении — это концентрация энергии (МДж/кг СВ) как показателя качества, энергопротеиновое отношение[2] (ЭПО) и потребление сухого вещества (СВ). Связал концентрацию СВ и нормы кормления. ЭПО модифицировал по Мельгарду (добавив к энергии питательных веществ и энергию протеина). Позже увлекся системой Блекстера, Форбса и стал ярым сторонником оценки кормов по концентрации в них обменной энергии, хотя утверждал, что все системы оценки энергетической питательности (по переваримой, обменной, чистой энергии) в принципе одинаковы и пригодны для балансирования рационов: «пусть каждый пользуется той системой, к которой привык и которая дает ему наибольшую прибыль».

Перейдя в отдел зоотехнической оценки кормов и кормления сельскохозяйственных животных (заведующий отделом — Н. Г. Григорьев), Н. П. Волков вплотную занялся углубленным изучением проблемы энергетической питательности кормов. Сравнив разные действовавшие системы, Н. П. Волков пришел к идее вариабельности норм. Новая система предусматривала трехступенчатый прямой учет энергии в джоулях: а) оценка корма в показателях обменной энергии (ОЭ); б) потребность животного в энергии и оценка рациона в показателях ОЭ; в) оценка продукции в показателях продуктивной энергии.

Суть новой системы впервые была высказана в рекомендациях МСХ РСФСР [4], в которых дано научно обоснованное практическое руководство по изменяющимся (вариабельным) от многих факторов (состояние животных, уровень и качество их продуктивности, состав и качество кормов и др.) нормативам потребности молочного скота в основных питательных веществах. Описаны методы расчета конкретных для данных хозяйственных условий норм потребности скота, приемы разработки на их основе реальных производственных рационов с учетом возраста, продуктивности, состояния животных, условий их содержа-

[2] ЭПО — доля обменной энергии, которая заключена в усвояемом протеине, от общего количества обменной энергии рациона. Эта доля в значительной мере зависит от синтеза микробного белка в преджелудках жвачных.

ния, сезона года, фактического наличия и качества кормов. В Приложениях впервые указано ориентировочное потребление коровами и молодняком КРС сухого вещества рационов; даны нормы содержания питательных веществ в СВ рациона; взаимный пересчет показателей обменной энергии кормов в овсяные кормовые единицы и другие полезные сведения.

«Главное, говорил Н. П. Волков, — это потребление корма. Жвачные не в состоянии потребить с грубо-объемистыми кормами более 10 кг СВ». Поэтому в новой системе приобретают большое значение информация о возможностях животного потребить определенное количество корма (рациона), а также сбалансированность рациона по всему комплексу питательных и биологически активных веществ.

Новый подход позволяет: 1) ориентировочно учесть концентрацию ОЭ и на этой основе увеличить или уменьшить норму затрат концентрированных кормов на определенную продуктивность; 2) при очень низкой обменности валовой энергии (менее 50 %) запланированный удой или прирост живой массы может быть не получен из-за отказа животных потребить рацион полностью или из-за приращения теплопродукции ввиду дефицита протеина, снижения переваримости корма, увеличения затрат энергии на переваривание корма и уменьшения скорости его прохождения

При наличии соответствующего генетического продуктивного потенциала животных применение технологии вариабельных норм кормления [5] обеспечивает удой коров до 7–9 тыс. кг в год, успешный рост ремонтного молодняка и отел нетелей при их своевременном покрытии в возрасте 24–26 месяцев, среднесуточные приросты молодняка в период доращивания и откорма 1,2–1,4 кг. При оптимизации антропогенных факторов организации производства и содержания животных, наличия генетического продуктивного потенциала, обеспечении ветеринарного благополучия стада разработка обеспечивает повышение продуктивности скота на 3–9 % и более, снижение себестоимости производства молока и прироста на 4–7 %, соответствующее уменьшение расхода кормов на производство единицы продукции, улучшение воспроизводства.

В 50-х годах прошлого века в метафизическом подходе к научным исследованиям был обвинен факториальный метод разработки норм потребности животных в питательных веществах и энергии отдельно на поддержание жизни и на производство продукции (якобы, животный организм един, и его потребности в энергии и питательных веществах не могут подразделяться на поддержание жизни и на производство продукции). Так, вместо знаменитых норм И. С. Попова появились пересчитанные нормы М. Ф. Томмэ.

Однако метафизический подсчет потребности животных в питательных веществах и энергии оказался наиболее пригоден. Целесообразность факториального метода расчета потребности животных в энергии и питательных веществах подтверждается в настоящее время всей мировой практикой.

Разрабатывая вариабельные нормы кормления скота, Н. П. Волков пришел к компромиссному решению этого вопроса: «Разделение на поддерживающее и продуктивное кормление нужно только для расчетов норм. Для практики лучше оперировать общей единицей, потому что индивидуальные и возрастные различия значительны (например, между коровами массой 500 и 600 кг), так как потребность на поддержание в 2–3 раза меньше, чем на продукцию. Кроме того, накидывается страхование 15–20 %».

Уже в 1985 г. под эгидой МСХ РСФСР вышли рекомендации «Определение содержания в кормах и рационах крупного рогатого скота обменной энергии и переваримого протеина и нормирование потребности в них», разработанные во ВНИИ кормов [4]. Впоследствии Н. П. Волков с сотрудниками разработал и получил патент на способ нормирования кормления крупного рогатого скота при планировании производства кормов [6]. Сущность изобретения: способ предусматривает определение потребности в сухом веществе, переваримом и сыром протеине с учетом концентрации обменной энергии в сухом веществе, энергопротеинового отношения, энергетической ценности протеина и уровня кормления. Расчет ведут по приведенным в описании алгоритмам. Потребность в сухом веществе устанавливают отношением потребности в обменной энергии к ее концентрации в сухом веществе.

Новые подходы позволили разрабатывать рационы на заданную плановую продуктивность или правильно прогнозировать продуктивное действие имеющихся рационов. Учет эффективности использования обменной энергии по концентрации ОЭ достаточно точно определяет необходимое соотношение объемистых и концентрированных кормов в рационе [7].

Логическим продолжением работ по совершенствованию системы оценки кормов и рационов по обменной энергии явилась глава «Энергетическая питательность кормов» в книге «Биологическая полноценность кормов» [8], которая в истекшем году отметила круглую дату (30 лет) со дня опубликования. По свидетельству Н. П. Волкова, она была переведена на английский и украинский языки.

В рецензии на книгу академик В. П. Дягтерев [9] отметил, что обязательным по новой концепции является оценка энергетической питательности рационов в показателях чистой продуктивной энергии. Для перевода обменной энергии в продуктивную предложена средняя вели-

чина коэффициента продуктивного использования (КПИ) для черно-пестрой породы — 0,57. Величина КПИ вариабельна (от 0,20 до 0,60) в зависимости от породы, возраста (телки или коровы), состава рациона и т. д. Так, при КОЭ рациона 10 МДж/кг СВ КПИ составляет 0,57, при 11 МДж — 0,60; для откорма молодняка КРС принимается в среднем КПИ, равная 0,35 и т. д.

Введены также новые для зоотехнической практики понятия: уровень питания, коэффициент продуктивного использования сверхподдерживающей обменной энергии. Новый подход в обосновании норм кормления показывает, что потребность в ОЭ на фиксированный уровень молочной продуктивности (в примере — 10 кг/сут) изменяется в зависимости от концентрации ОЭ в СВ. Следовательно, меняется концентрация сырого протеина в СВ (от 6,2 до 9,2 г на 1 МДж). Важно также, что ЭПО остается постоянным (0,16), несмотря на изменение уровня протеина в рационе. Показано, что одна и та же норма потребности в протеине может быть одновременно завышенной, заниженной или оптимальной, если ее рассматривать во взаимодействии с конкретными концентрацией ОЭ или уровнем питания.

После ухода Н. П. Волкова на пенсию был издан ряд рекомендаций по технологии применения вариабельных норм [5; 7]. Ознакомившись с этими публикациями, Н. П. Волков сделал несколько веских замечаний:

«1. Мною разработаны вариабельные нормы для черно-пестрого скота. Для других пород нужны другие нормы. Некорректно вариационные нормы для голштино-фризской породы скота применять для ярославской или костромской породы. Разная генетика. Достаточно сказать, что 1 кг молока коров джерсейской породы содержит 10 МДж ОЭ против 3 МДж у других пород. Объединяет черно-пестрый скот то, что энергия протеина молока независимо от породы всегда составляет 20–22 % от всей энергии молока.

2. Главное: балансировать рацион по энергии и протеину. Дополнение Н. Г. Григорьева по микроэлементам — излишне. Никто не будет их считать: проще дать профилактическую дозу в зависимости от геохимической зоны местонахождения хозяйства.

3. Много неточностей. Обменность выражена как ВЭ/ОЭ (надо наоборот). Н. Г. Григорьев, по-видимому, не читал ни патента, ни главы «Энергетическая питательность кормов» из книги «Биологическая полноценность кормов», в которой Н. П. Волков в своих расчетах исходил от обратного — от продуктивного действия корма. В этой главе совсем другая величина протеина и его соотношения с энергией. И вообще, показатель «переваримый протеин» не имеет значения, у жвачных нужно учитывать сырой протеин».

Эти критические замечания являются фундаментальными для дальнейшей разработки системы вариабельных норм кормления скота. Уйдя по состоянию здоровья на пенсию, Н. П. Волков оставил материалы с расчетами по разным породам мясного скота в надежде, что его дело будет продолжено. Позже понял: «К сожалению, вместе с уходом Н. Г. Григорьева эта идея совсем канет в Лету. Вся надежда, что придет новое поколение, поймет и завершит начатое дело. У безграмотных землевладельцев обязательно возникнет спрос на знания. И науке надо их предложить. Но обсуждать надо не мелкие вопросы, а во всем должен быть системный подход с завершением экономикой и экологией. Надо все время считать. В конечном счете, все определяет экономика, а экология — это составляющая экономики». Вроде все правильно. Но не со всеми оригинальными мыслями Н. П. Волкова можно согласиться. Например, о никчемности показателя «переваримый протеин» и о достаточности показателя «сырой протеин». Наоборот, общемировая тенденция — максимально полно использовать белковый потенциал кормов. Поэтому по западной схеме зоотехнического анализа [10] определяющими компонентами протеиновой питательности являются: транзитный белок, нераспадаемый в рубце и усвояемый в кишечнике (НРБ); распадаемый в рубце сырой протеин (РРП); баланс азота в рубце (БNР).

Однако Н. П. Волков обоснованно выдвигал дефицит кормового белка на первое место. «В стране энергии всегда было полно, а протеина — дефицит. В результате не удается сбалансировать рационы по протеину. Аминокислотный анализ для жвачных — это анахронизм. Не лизин нужен, а СП и его соотношение с энергией. А если вы получите в зерне 14 % СП — вопрос решен! Зерно нельзя скармливать бездарно (измельчать в дерть или муку), надо его доводить до максимально полезной кондиции (плющить, экструдировать и т. д.). И везти зерно надо не за границу, а на фермы. За границу надо везти готовые масло и сыры».

Большое значение при внедрении новой системы оценки питательности рационов Н. П. Волков придавал нормированию затрат концентратов на получение продукции: «Сколько давать концентратов, зависит от качества основных кормов. В первые 100 дней лактации корова выдает 70 % продуктивности и ей надо давать 6–8 кг концентратов, из них 30 % высокобелковых с содержанием протеина 160 г/кг СВ (жмыхи, шроты, соя, люпин, глютен). В последние 100 дней концентраты можно не давать совсем (при качественных основных кормах). В сухостойный период требуется 2–4 кг высокобелковых комбикормов для развития плода».

Идеей фикс Н. П. Волкова была теория и практика создания из источников азота и жира соединений («аминоаддуктов»), которые обра-

зуются в процессе приготовления ЭПК[3] под действием высокой температуры и давления в процессе экструзии и «повышают синтез микробного белка в рубце» [11]. Поэтому надо кормить животных не отдельными кормами, а максимально полезными смесями, приготовленными с помощью экструдеров. «В размолотом зерне ячменя, ржи, пшеницы содержится где-то 11 % протеина и около 10 мегаджоулей обменной энергии. А пропустив зерно через экструдеры вместе с другими компонентами, получаем уже 18 % протеинов и 13 мегаджоулей обменной энергии». Эта практика приготовления комбикормов была успешно внедрена в НПО «Пойма» Московской области.

В результате хозяйство с 1997 г. отказалось от выращивания кормовой свеклы, поскольку ее производство было связано с очень высокими расходами, и эта работа всегда требовала большого количества рабочих рук. Экструдированное зерно, семена рапса и мочевина вполне заменили корнеплоды и, частично, комбикорма. Включение ЭПК в рационы молодняка КРС (до 35 % СВ) и лактирующих коров (до 26 %) повысило прирост живой массы и удой молока на 25–27 % (с 4,2 до 5,2 тыс. кг) [12].

Когда встал вопрос дальнейшего повышения продуктивности животных, директор НПО «Пойма» Н. И. Исаенков обеспечил коров высокобелковыми кормами — шротом, глютеном. Но перекорм комбикормами (2,5 т/гол/год) также опасен, как недокорм. Н. П. Волков предупредил: «Превращение жвачных в свиней или в гибридов жвачного и свиньи сокращает срок их продуктивного использования до двух–трех лет. Кроме того, при живой массе 500 кг не удастся поднять удои до 6 тыс. кг: потенциал коровы составляет 1 т молока на 100 кг живой массы. Началась племенная работа с молочным стадом». В результате общих усилий годовой удой с 3–3,5 тыс. подняли до 6 тыс. кг. Более того, главный зоотехник Д. М. Шишикин уверял: «Выйдем на 8 тыс. литров молока от коровы в год [13]».

Н. И. Исаенков, будучи механиком по профессии и организатором производства по сути, оказался талантливым учеником и живо вникал в проблемы питания и кормления скота. Результатом его многолетнего (1992–1998) подвижничества в этой сфере явилась диссертационная работа «Энергопротеиновый концентрат с семенами рапса в рационах молочного скота» на соискание степени кандидата сельскохозяйственных наук [12]. Его диссертация — это фундаментальный научный труд, содержащий большой объем экспериментального материала и написанный хорошим научным языком. Так, представлено физиологическое обоснование 21 варианта перспективных энергопротеиновых концен-

[3] Энергопротеиновый концентрат — новое кормовое средство, повышающее использование питательных веществ рационов жвачными животными.

тратов (ЭПК) и энергопротеиноминеральных концентратов (ЭПМК), стимулирующих синтез микробного белка в рубце. Понятно, что выполнить такой объем работы без сотрудничества с коллективом отдела зоотехнической оценки кормов и кормления животных (руководители Н. Г. Григорьев и А. П. Гаганов, при активном участии Н. П. Волкова) нереально.

Иногда взгляды Н. П. Волкова кажутся радикальными, но не лишены здравого смысла. Так, в соответствии с рекомендациями ФГБНУ ФНЦ «ВИЖ им. академика Л. К. Эрнста» балансирование рационов следует проводить по 28 показателям [14]. По мнению Н. П. Волкова, для балансирования рационов вполне достаточно, как и раньше, шесть показателей: энергия, протеин, кальций, фосфор, поваренная соль; каротин синтезируется в рубце и больше нужен как показатель качества корма. Но даже по этому числу показателей большинство производственников не балансируют рационы. Дальнейшее усложнение за счет расчетных показателей неэффективно. Поэтому в целях экономии хозяйства редко отправляют корма в лаборатории для испытаний, так как считается, что в условиях низкой рентабельности хозяйств затраты на отбор проб и оплату стоимости анализов не оправданы.

Особое мнение Н. П. Волкова подтверждается практическим опытом. Фермеры Германии считают, что расширенная (детализированная) схема анализа необходима при достижении годовых удоев свыше 8 тыс. кг молока [15], в то время как в России, по данным МСХ РФ, средний надой на фуражную корову в 2017 г. составил 4302 кг молока. В нижеследующей таблице показано, как по мере роста продуктивности коров повышается потребность в большем количестве показателей, необходимых для балансирования рационов.

Таблица. Перечень контролируемых показателей качества кормов в зависимости от продуктивности коров [16]

Суточный удой, кг	Контролируемые показатели качества корма
20	Чистая (обменная*) энергия для лактации, сырой протеин, минеральные вещества
30	Чистая (обменная*) энергия для лактации, микробный и транзитный белок, доступный для ферментолиза в кишечнике
40	Чистая (обменная*) энергия для лактации, нераспадаемый в рубце протеин, доступный для кишечника белок и крахмал; + сахара, баланс азота в рубце
50	То же + дополнительно: нерасщепляемый в рубце крахмал, нерасщепляемые в рубце аминокислоты, оптимальное соотношение аминокислот в доступном для кишечника белке, структурная клетчатка, витамины, микроэлементы
60	То же + дополнительно: нерасщепляемый жир в рубце

Очевидно, что ныне действующая в нашей стране Веендевская схема зоотехнического анализа — приемлемый критерий оценки кормов и рационов для коров с низкой и средней продуктивностью. «ОЭ и ЧЭ надо считать в рационах, а о качестве кормов достаточно судить по химическому составу и переваримости сухого или органического вещества. Поскольку состав химуса неизменен, то неперевариваемый сырой протеин и неперевариваемый сырой жир — величины постоянные». В доказательство Н. П. Волков провел опыты по переваримости разной продолжительности – от одного до семи дней. Сравнив результаты за каждый день и в целом за семь дней, он не обнаружил существенной разницы и пришел к выводу, что в крайних случаях можно пользоваться результатами однодневных опытов по переваримости. Однако нельзя считать, что этот опыт противоречит утвержденной методике проведения опытов на валухах по определению переваримости питательных веществ кормов [17].

Но лучше всего, по мнению Н. П. Волкова, определять эффективность корма по конечному результату — производству животноводческой продукции: «В зоотехнии миллион ситуаций и каждый раз надо подходить творчески, а не по шаблону». Спору нет. Однако получить оптимальный конечный результат можно только на основе научных знаний. Не случайно во многих странах с развитым молочным скотоводством ведутся интенсивные исследования по изучению обмена веществ у животных, пересматриваются нормы питания, вводятся новые показатели и на этой основе корректируются подходы к оценке питательности кормов и рационов [10].

Н. П. Волков интересовался и производством. Профессионализм и уверенность в себе позволяли ему разговаривать с директорами опытных хозяйств на равных, а глубокие знания и критическое мышление не раз выручали из трудных ситуаций. Так, когда у скота, завезенного из-за рубежа на Кировскую лугоболотную станцию, стали пухнуть суставы ног («бурситы»), директор станции И. А. Вертоградская пригласила Н. П. Волкова на консультацию. По заключению ветеринарной службы, болезнь импортирована вместе со скотом. Но наблюдательный Н. П. Волков заметил такую же болезнь у 20 коров местного скота. Проштудировав учебник Ковальского о по-зональном дефиците почв, он пришел к выводу, что в кормах, выращенных на торфянике, имеется дефицит некоторых минеральных веществ, в частности магния и селена. По совету Н. П. Волкова, ветврач Н. И. Вьюжанина добросовестно разводила нужные полисоли в воде, которую скот пил на пастбище и в стойле, и, спустя три месяца, болезнь отступила.

Конкретная помощь науки всегда вызывала у директоров хозяйств уважение к ученым. Н. П. Волков исповедовал новый подход к кормле-

нию, направленный на получение прибыли, а не на достижение высокой продуктивности любой ценой.

Бывших ученых не бывает. Николай Павлович Волков до последних своих дней интересовался развитием сельского хозяйства, переживал период ее стагнации. Он призывал отказаться от стереотипов советского периода — скирдования соломы: «Соломе место в земле, в пахотном слое. За рубежом одновременно с уборкой зерна, измельчают солому и заделывают в почву, улучшая структуру почвы и повышая ее плодородие». И все-таки основной его заботой было животноводство: «Скот — это орудие производства — производства молока и мяса. Чем выше продуктивность, тем лучше должно быть качество кормов, а у качества — высокая цена!»

9 сентября 2020 г. после многолетнего сердечно-сосудистого недомогания Николай Павлович Волков тихо, без широкого оповещения покинул свой вариабельный мир, до конца дней живя интересами страны и ее сельского хозяйства. Память о нем останется в истории науки о нормировании кормления животных и в сердцах живущих, положивших свои знания и труд на алтарь отечества.

Литература

1. Переваримостью кормов можно управлять / С. Кононенко, Е. Душкин, С. Потехин, Л. Кондратьева // Животноводство России. – Июнь 2012. – С. 35–36.
2. Таранович А. П. RUMINOLOGY: пять шагов к совершенному кормлению // Эффективное животноводство. – 2014. – № 9. – 32–33.
3. Новая система оценки кормов в ГДР / М. Байер [и др.]. – М. : Колос, 1974. – 248 с.
4. Определение содержания в кормах и рационах крупного рогатого скота обменной энергии и переваримого протеина и нормирование потребности в них (рекомендации) / Н. Г. Григорьев, Н. П. Волков, Ю. В. Горбунов. – М. : Россельхозиздат, 1985. – 32 с.
5. Технология применения вариабельных норм потребности КРС в сухом веществе, обменной энергии, сыром и переваримом протеине при разных уровнях продуктивности и качестве кормов (Практическое методическое руководство, 2 изд-е, перераб. и доп.) / Н. Г. Григорьев, А. П. Гаганов, Н. И. Исаенков. – М., 2002. – 88 с.
6. Способ определения норм кормления крупного рогатого скота : патент на изобретение № RU 2050140/ Н. П. Волков, А. П. Гаганов, В. М. Соколков. – Дата публикации: 20.12.1995.
7. Технология применения вариабельных норм потребности КРС в сухом веществе, обменной энергии, сыром и переваримом протеине при разных уровнях продуктивности и качестве кормов : практическое методическое руководство (3 изд-е) / Н. Г. Григорьев, А. П. Гаганов, В. М. Косолапов, Н. И. Исаенков, В. В. Худокормов / МСХ РФ, РАСХН, ВИК. – М.–Брянск, 2005. – 102 с.

8. Биологическая полноценность кормов / Н. Г. Григорьев, Н. П. Волков, Е. С. Воробьев, А. В. Гарист, А. И. Фицев, Ф.В. Воронкова. – М. : Агропромиздат, 1989. – 288 с.
9. Дегтярев В. П. Современные принципы оценки кормов // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1991. – № 8. – С. 173–175.
10. Попов В. В. Переосмысление парадигмы оценки качества кормов // Адаптивное кормопроизводство. – 2020. – № 1. – С. 79–90.
11. Energyprotein Concentrate with Rape Seeds and Urea in Young Cattle Rations / N. I. Isaenkov, A. P. Gaganov, N. P. Volkov. – Pros. of the Intern. Workshop on Opening for Lou-input Sustainable Forage Production and Use, Sept. 27–30, 1999. – Lugovaya, Moscow reg., Russia. – 2000. – Pp. 203–206.
12. Исаенков Н. И. Энергопротеиновый концентрат с семенами рапса в рационах молочного скота : автореф. … канд. с.-х. наук. – М., 1999. – 33 с.
13. Шаблин А. А. Красная «Пойма». Люди, события, время. — Рязань : Русское слово, 2012. – 216 с.
14. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных : справочное пособие. 3-е издание / Под ред. А. П. Калашникова, В. И. Фисинина, В. В. Щеглова, Н. И. Клейменова. – М., 2003. – 456 с.
15. Ганущенко О. Оценка структурности рационов // Животноводство России. – Январь 2020. – С. 59–61.
16. Losand B. Fütterungsysteme im Vergleich. – in «Fütterung der 10.000-Liter-Kuh. Erfahrungen und Empfehlungen für die Praxis». – Frankfurt am Mein. – 1999. – S. 33-42.
17. Методические рекомендации по оценке кормов на основе их переваримости / Под ред Н. Г. Григорьева. – М., 1989. – 42 с.

VARIABLE WORLD OF THE NUTRITIONIST N. P. VOLKOV

V. V. Popov

Article is devoted to life and creativity of one of outstanding representatives of a zootechny of the XX-th century — to Nikolai Pavlovich Volkov. Well-educated (the zootechnician, cyberneticist, economist), he is the author of the unique project — variable norms of cattle feeding. It considers concrete conditions of economy, age, productivity, physiological state of animals, conditions of livestock keeping, a season of year, actual availability and quality of forages. After a semi-centennial period a factorial method again has been used by workings out of norms. Volkov's original views on topical questions of a science and production are stated: about fodder analysis, effective means of grain processing, amino-adducts theory, the advisory help to farms of experimental base of Williams fodder institute, which stuff keeps in mind the creative work of well-known scientist Nikolai Pavlovich Volkov.

Keywords: *dairy cattle, feeding, variable norms, factorial method, forage, quality, metabolizable energy, crude protein, advisory help.*

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

АГЕЕВА Полина Алексеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, руководитель научного направления селекции узколистного люпина ВНИИ люпина – филиала ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Березовая ул., 2, Мичуринский пос., Брянский р-н, Брянская обл., Россия, 241524, тел.: +7 962 139-04-40, lupin_mail@mail.ru.

БАКУЛИН Андрей Анатольевич, научный сотрудник лаборатории механизации кормопроизводства ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок, корп. 3, г. Лобня, Московская область, Россия, 141055, тел. +7 495 577-73-32, vniikormov@ mail.ru.

ВОЛОВИК Валентина Тимофеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующая лабораторией кормовых культур и систем полевого кормопроизводства ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок, корп. 1, г. Лобня, Московская область, Россия, 141055, тел.: +7 495 577-73-10, vik_volovik@mail.ru.

ВОРШЕВА Александра Владимировна, научный сотрудник лаборатории селекционных симбиотических технологий селекцентра ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса», Научный городок, корп. 1, г. Лобня, Московская обл., Россия, 141055, тел.: +7 495 577-73-37, vniikormov@mail.ru.

ЖЕЗМЕР Наталья Васильевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник (звание), ведущий научный сотрудник лаборатории луговедения и луговодства отделения кормовых культур, природных кормовых угодий, консервирования и оценки кормов ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок ул., корп. 1, г. Лобня, Московская обл., Россия, 141055, тел. +7 495 577-73-47, vik_lugovod@bk.ru.

ЗАПИВАЛОВ Сергей Александрович, аспирант, научный сотрудник лаборатории луговедения и луговодства отделения кормовых культур, природных кормовых угодий, консервирования и оценки кормов ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок, корп. 1, г. Лобня, Московская обл., Россия, 141055, тел.: +7 495 577-73-37, vik_lugovod@bk.ru.

ЗВЕРКОВА Зинаида Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории зоотехнической оценки и стандартизации кормов ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок, корп. 3, г. Лобня, Московская область, Россия, 141055, тел. +7 915 215-41-37, z.zverkova@mail.ru.

ЗОЛОТАРЕВ Владимир Николаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией семеноводства и семеноведения кормовых культур ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок, корп. 1, г. Лобня, Московская обл., Россия, 141055, тел.: +7 495 577-73-37, vniikormov@mail. ru.

ИШМУРАТОВ Халяф Габдулхаевич, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории зоотехнической оценки и стандартизации кормов ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок, корп. 3, г. Лобня, Московская область, Россия, 141055, тел. +7 495 577-73-37, vniikormov@mail.ru.

КАРИМОВ Руслан Робертович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории луговедения и луговодства отделения кормовых культур, природных кормовых угодий, консервирования и оценки кормов ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок ул., корп. 1, г. Лобня, Московская обл., Россия, 141055, тел. +7 495 577-73-47, vik_lugovod@bk.ru.

КОЗЛОВ Николай Николаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией генетических ресурсов кормовых растений селекцентра ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок, корп. 1, г. Лобня, Московская область, Россия, 141055, тел. +7 495 577-73-37, nnkozlov@rambler.ru.

КОЗЛОВА Татьяна Всеволодовна, научный сотрудник лаборатории семеноводства и семеноведения кормовых культур ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок, корп. 1, г. Лобня, Московская обл., Россия, 141055, тел.: +7 495 577-73-37, vniikormov@mail. ru.

КОРОВИНА Лариса Михайловна, кандидат химических наук, старший научный сотрудник отдела аналитических исследований ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок, корп. 1, г. Лобня, Московская область, Россия, 141055, тел. +7 495 577-73-37, vniikormov @mail.ru.

КОСОЛАПОВ Владимир Михайлович, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок, корп. 1, г. Лобня, Московская обл., Россия, 141055, тел. +7 495 577-73-37, vniikormov@mail.ru.

КОСТЕНКО Наталья Юрьевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции иммунитета селекцентра ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок, корп. 1,

г. Лобня, Московская область, Россия, 141055, тел. +7 495 577-73-37, vniikormov@ mail.ru.

КОСТЕНКО Сергей Иванович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник, руководитель селекцентра ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок, корп. 1, г. Лобня, Московская область, Россия, 141055, тел. +7 495 577-73-37, vniikormov@ mail.ru.

ЛАБИНСКАЯ Раиса Митрофановна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник Воронежской опытной станции по многолетним травам – филиала ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Докучаева ул., д. 1, г. Павловск, Воронежская обл., Россия, 396430, тел + 7 920-212-51-80, labinsckaya2011@yandex.ru.

МАЛЮЖЕНЕЦ Евгения Евгеньевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции злаковых трав селекцентра ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок, корп. 1, г. Лобня, Московская область, Россия, 141055, тел. +7 495 577-73-37, vniikormov@mail.ru.

МАЛЮЖЕНЕЦ Николай Семенович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории генетических ресурсов кормовых растений селекцентра ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок, корп. 1, г. Лобня, Московская область, Россия, 141055, тел. +7 495 577-73-37, vniikormov@mail.ru.

МАРЧУК Анджей, доктор сельскохозяйственных наук, профессор. Департамент сельскохозяйственных и транспортных машин, Университет естественных наук. Глубокая ул., 28, Люблин, Польша, 20-612. тел. +81 531-96-63, andrzej.marczuk@up.lublin.pl.

ОСИПЯН Белла Альбертовна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории консервирования и хранения кормов ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок, корп. 3, г. Лобня, Московская область, Россия, 141055, тел. +7 495 577-73-37, vniikormov@ mail.ru.

ОТРОШКО Сергей Алексеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией механизации кормопроизводства ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок, корп. 3, г. Лобня, Московская область, Россия, 141055, тел. +7 495 577-73-37, vniikormov@ mail.ru.

ПАМПУРА Елена Константиновна, научный сотрудник лаборатории селекции злаковых трав селекцентра ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок, корп. 1, г. Лобня, Московская область, Россия, 141055, тел. +7 495 577-73-37, vniikormov@ mail.ru.

ПОБЕДНОВ Юрий Андреевич, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией консервирования и хранения кормов отделения кормовых культур, природных кормовых угодий, консервирования и оценки кормов, ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок, корп. 1, г. Лобня, Московская обл., Россия, 141055, тел. +7 495 577-73-37, vniikormov@mail.ru.

ПОПОВ Владимир Васильевич, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории зоотехнической оценки и стандартизации кормов отделения кормовых культур, природных кормовых угодий, консервирования и оценки кормов ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок, корп. 1, г. Лобня, Московская обл., Россия, 141055, тел. +7 495 577-73-34, W.V.Popoff@mail.ru.

ПРИВАЛОВА Кира Николаевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории луговедения и луговодства отделения кормовых культур, природных кормовых угодий, консервирования и оценки кормов ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок ул., корп. 1, г. Лобня, Московская обл., Россия, 141055, тел.: +7 495 577-73-47, vik_lugovod@bk.ru.

РОДИОНОВА Анна Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории луговедения и луговодства отделения кормовых культур, природных кормовых угодий, консервирования и оценки кормов ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок, корп. 1, г. Лобня, Московская обл., Россия, 141055, тел.: +7 495 577-73-37, vik_lugovod@bk.ru.

САПРЫКИН Сергей Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, директор Воронежской опытной станции по многолетним травам – филиала ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Докучаева ул., д. 1, г. Павловск, Воронежская обл., Россия, 396430, тел. + 7 906 677-03-49, gnu@bk.ru.

СОЛОЖЕНЦЕВА Людмила Филипповна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции люцерны ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок ул., корп. 1, г. Лобня, Московская обл., Россия, 141055, тел.: +7 495 577-73-47, vniikormov@mail.ru.

СТЕПАНОВА Галина Васильевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник, заведующая лабораторией селекционных симбиотических технологий селекцентра ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок, корп. 1, г. Лобня, Московская обл., Россия, 141055, тел.: +7 495 577-73-37, gvstep@yandex.ru.

ТЕБЕРДИЕВ Далхат Малчиевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией луговедения и луговодства отделения кормовых культур, природных кормовых угодий, консервирования и оценки кормов ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок, корп. 1, г. Лобня, Московская обл., Россия, 141055, тел.: +7 495 577-73-37, vik_lugovod@bk.ru.

ТЕРЕХОВА Надежда Сергеевна, научный сотрудник лаборатории селекции злаковых трав селекцентра ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок, корп. 1, г. Лобня, Московская область, Россия, 141055, тел. +7 495 577-73-37, vniikormov@ mail.ru.

ТИХОНОВ Александр Викторович, старший научный сотрудник отдела кормопроизводства и первичного семеноводства, Ярославский НИИЖК – филиал ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Ленина ул., д. 1, Ярославская область, Ярославский район, поселок Михайловский, Россия, 150517, тел. +7 4852 43-74-38, Sandrokes@live.ru.

ТЮРИН Юрий Сергеевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ведущий научный сотрудник, руководитель группы селекции и первичного семеноводства однолетних бобовых трав селекцентра ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок, корп. 1, г. Лобня, Московская область, Россия, 141055, тел. +7 495 577-73-37, vniikormov@ mail.ru.

ЧЕКМАРЕВА Анна Владимировна, научный сотрудник научный сотрудник Воронежской опытной станции по многолетним травам – филиала ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Докучаева ул., д. 1, г. Павловск, Воронежская обл., Россия, 396430, тел + 7 920 214-28-77, anna.chekmareva@list.ru.

ШАРИКОВ Николай Дмитриевич, старший научный сотрудник лаборатории механизации кормопроизводства ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок, корп. 3, г. Лобня, Московская область, Россия, 141055, тел. +7 495 577-73-32, vniikormov@ mail.ru.

ШПАКОВ Анатолий Свиридович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент РАН, ведущий консультант

ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок, корп. 1, г. Лобня, Московская обл., Россия, 141055, тел.: +7 495 577-73-10, schpakov47@yandex.ru.

ШЕВЦОВ Алексей Васильевич, кандидат технических наук, заместитель директора, руководитель отделения по обеспечению научных исследований ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок, корп. 3, г. Лобня, Московская область, Россия, 141055, тел. +7 495 577-72-45, vniikormov@ mail.ru.

ЩАННИКОВА Мария Алексеевна, научный сотрудник лаборатории луговедения и луговодства отделения кормовых культур, природных кормовых угодий, консервирования и оценки кормов ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок, корп. 1, г. Лобня, Московская обл., Россия, 141055, тел.: +7 495 577-73-37, vik_lugovod@bk.ru.

Научное издание

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ АДАПТИВНОЕ КОРМОПРОИЗВОДСТВО

Сборник научных трудов
Выпуск 25 (73)

MULTIFUNCTIONAL ADAPTIVE FODDER PRODUCTION

Collection of scientific papers
Issue 25 (73)

Верстка, оригинал-макет Н. И. Георгиади

Подписано в печать 02.04.2021 г.
Бумага «Снегурочка». Формат 60×84 $^{1}/_{16}$.
Гарнитура «Таймс». Печать ризографическая
Усл. печ. л. 9,78. Тираж 500. Заказ 039

ФГБОУ ДПО «Российская академия кадрового обеспечения агропромышленного комплекса»
т. 700-13-40, 700-08-40 доб. 111
111622, Москва, ул. Оренбургская, 15 Б

ISBN 978-5-93098-096-7

9 785930 980967