# МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ АДАПТИВНОЕ КОРМОПРОИЗВОДСТВО

## Сборник научных трудов

**Выпуск 32(80)**

Москва 2023

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

# МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ АДАПТИВНОЕ КОРМОПРОИЗВОДСТВО

## Сборник научных трудов
## Выпуск 32 (80)

Москва 2023

**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 32 (80)

Moscow 2023

УДК 633.2/.3:631.5:636.085:581.5
ББК 42.2
М735

**Многофункциональное адаптивное кормопроизводство** : сборник научных трудов, выпуск 32 (80) / ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». – Москва : ФГБОУ ДПО РАКО АПК, 2023. – 160 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 В. Г. Косолапова,
доктор биологических наук, доцент Е. В. Думачева,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент С. И. Костенко,
Н. И. Георгиади, Г. Н. Свечникова

В сборник включены статьи по селекции, возделыванию и использованию в различных регионах России ряда сортов бобовых и злаковых кормовых культур: клевера лугового, клевера гибридного, люцерны изменчивой, люпина узколистного, сои, тимофеевки луговой, ежи сборной, двукисточника тростникового, овсяницы красной, житняка гребневидного. Рассмотрены вопросы влияния удобрений на качество и урожайность кормовых культур, возделываемых на торфяных и дерново-подзолистых почвах. Приведены результаты исследований по продуктивности трав при их производстве для приготовления сенажа.

Сборник предназначен для научных работников, специалистов сельского хозяйства, аспирантов и студентов.

ISBN 978-5-93098-137-7

DOI: https://doi.org/10.33814/MAK-2023-32-80

© Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный научный центр кормопроизводства
и агроэкологии имени В. Р. Вильямса», 2023

UDC 633.2/.3:631.5:636.085:581.5
LBC 42.2
M735

**Multifunctional adaptive fodder production** : the collection of scientific papers, issue 31 (79) / Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology. – Moscow, FGBOU DPO RAKO APK, 2023. – 160 p.

**Editorial board:**
Doctor of Agricultural Sciences V. I. Chernyavskikh (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 V. G. Kosolapova,
Doctor of Biological Sciences, Associate Professor E. V. Dumacheva,
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor S. I. Kostenko,
N. I. Georgiadi, G. N. Svechnikova

The collection includes articles on the selection, cultivation and use in various regions of Russia of a number of varieties of legumes and cereal forage crops: meadow clover, hybrid clover, variable alfalfa, angustifolia lupine, soybean, meadow timothy, orchard grass, red fescue, comb wheatgrass . The issues of the influence of fertilizers on the quality and yield of forage crops cultivated on peat and soddy-podzolic soils are considered. The results of studies on the productivity of grasses during their production for the preparation of haylage are presented.

The collection is intended for scientists, agricultural specialists, graduate students and students.

ISBN 978-5-93098-137-7

DOI: https://doi.org/10.33814/MAK-2023-32-80

© Federal Williams Research Center
of Forage Production & Agroecology, 2023

## ОГЛАВЛЕНИЕ

**Думачева Е. В., Зарудный В. А., Костенко С. И., Красноперов А. Г., Пятаков М. А.** Селекция сортов клевера гибридного (*Trifolium hybridum* L.) для условий Калининградской области .....9

**Думачева Е. В., Костенко С. И., Чернявских В. И., Печегина Ю. В., Гребенников А. А.** Сравнительный анализ скорости ассимиляции $CO_2$ у однолетних видов *Trifolium* на ювенильном этапе онтогенеза.....14

**Беленков А. И., Железова С. В., Мельников А. В., Лазарев Н. Н.** Участие покровных культур клевера в реализации технологии прямого посева в Центральном районе Нечерноземной зоны РФ .....22

**Ионов А. А., Степанова Г. В.** Эффективность симбиоза новых штаммов клубеньковых бактерий с люцерной изменчивой .....34

**Емелев С. А., Лыбенко Е. С.** Агроэкологическая оценка возделывания люпина узколистного на зеленый корм.....45

**Храмой В. К., Сихарулидзе Т. Д.** Особенности формирования урожая сортами сои селекции Рязанского НИИСХ в условиях Калужской области.....52

**Костенко Н. Ю., Костенко С. И., Кузьмин Е. И., Чернявских В. И.** Создание сорта ежи сборной (*Dactylis glomerata* L.) для Нечерноземной зоны Российской Федерации .....57

**Костенко Н. Ю., Костенко С. И., Малюженец Е. Е.** Тимофеевка луговая. Выведение специализированных сортов для сенокосов, пастбищ и для задернения.....62

**Костенко Н. Ю., Костенко С. И., Малюженец Е. Е., Усольцева Е. В.** Двукисточник тростниковый и задачи селекции новых сортов этой культуры на современном этапе.....67

**Костенко Н. Ю., Костенко С. И., Малюженец Е. Е., Румянцев А. О.** Овсяница красная — газоны, пастбища, борьба с эрозией.....73

**Сапрыкин С. В., Сапрыкина Н. В., Любцева О. Н.** Житняк — важнейшая полевая культура в России .....79

**Сапрыкин С. В., Сапрыкина Н. В., Любцева О. Н., Неменущая Е. Ю.** Роль Воронежской опытной станции по многолетним травам – филиала ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» в селекции и первичном семеноводстве многолетних трав в России ..... 87

**Думачева Е. В., Гончарова Н. С., Калашникова В. Н., Печегина Ю. В., Печегин А. Ю., Гребенников А.А., Сопина Н.А.** Мобилизация генетических ресурсов многолетних и однолетних трав мелового юга Среднерусской возвышенности: охрана и использование ..... 96

**Думачева Е. В., Усольцева Е. В., Максимова П. В., Гаар А. В., Сопин Д. А., Биюшкина А. В., Акимов А. В.** Вопросы интродукции: влияние засоления на процессы газообмена проростков *Hedysarum grandiflorum* Pall. ..... 104

**Иванов С. А., Лопухов П. М., Захарова И. А., Глаз Н. В.** Влияние подкормки жидким комплексным удобрением на урожайность мягкой пшеницы ..... 111

**Ковшова В. Н., Смирнова А. В., Лузянина Н. В.** Влияние минерального удобрения на ботанический состав, качество и продуктивность пастбищного травостоя ..... 117

**Лобанова Е. А., Порохина Е. В.** Активность ферментов в выработанных торфяных почвах ..... 124

**Дуборезов И. В., Косолапов А. В., Дуборезов В. М.** Продуктивность трав при производстве их на сенаж в условиях Подмосковья ..... 129

**Попов В. В.** Зоотехническая оценка и стандартизация качества кормов ..... 134

**Горобей В. П.**, **Москалевич В. Ю.** Перспективы компоновки узлов специального гусеничного трактора для работы на склонах ..... 142

Сведения об авторах ..... 155

## CONTENTS

**Dumacheva E. V., Zarudny V. A., Kostenko S. I., Krasnoperov A. G., Pyatakov M. A.** Selection of varieties of hybrid clover (*Trifolium hybridum* L.) for conditions Kaliningrad region .....9

**Dumacheva E. V., Kostenko S. I., Chernyavskikh V. I., Pechegina Yu. V., Grebennikov A. A.** Comparative analysis of the rate of $CO_2$ assimilation in annual *Trifolium* species at the juvenile stage of ontogenesis .....14

**Belenkov A. I., Zhelezova S. V., Melnikov A. V., Lazarev N. N.** Participation of clover cover crops in the implementation of direct sowing technology in the Central Region of the Non-chernozemz zone of the Russian Federation .....22

**Ionov A. A., Stepanova G. V.** Efficiency of symbiosis of new strains of nodule bacteria with alfalfa variable .....34

**Emelev S. A., Lybenko E. S.** Agroecological assessment of cultivation of narrow-leaved lupine for green fodder.....45

**Khramoy V. K., Sikharulidze T. D.** Features of crop formation by soybean varieties of selection of the Ryazan Research Institute in the conditions of the Kaluga region.....52

**Kostenko N. Yu., Kostenko S. I., Kuzmin E. I., Chernyavskikh V. I.** Creation of the orchard grass variety (*Dactylis glomerata* L.) for the Non-chernozem zone of the Russian Federation .....57

**Kostenko S. I., Kostenko N. Yu., Malyuzhenets E. E.** Meadow timothy. Breeding specialized varieties for hayfields, pastures and turfs.....62

**Kostenko N. Yu., Kostenko S. I., Malyuzhenets E. E., Usoltseva E. V.** Reed canary grass and tasks of breeding new varieties of this culture at the present stage.....67

**Kostenko N. Yu., Kostenko S. I., Malyuzhenets E. E., Rumyantsev A. O.** Red fescue — lawns, pastures, erosion control.....73

**Saprykin S. V., Saprykina N. V., Lyubtseva O. N.** Wheat grass is the most important field crop in Russia.....79

**Saprykin S. V., Saprykina N. V., Lyubtseva O. N., Nemenushchaya E. Yu.** Role of the Voronezh Experimental Station for Perennial Herbs – a branch of the Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology in breeding and primary seed production of perennial grasses in Russia ..... 87

**Dumacheva E. V., Goncharova N. S., Kalashnikova V. N., Pechegina Yu. V., Pechegin A. Yu., Grebennikov A. A., Sopina N. A.** Mobilization of genetic resources of perennial and annual grasses in the cretaceous south of the Central Russian upland: protection and use ... 96

**Dumacheva E. V., Usoltseva E. V., Maksimova P. V., Gaar A. V., Sopin D. A., Biyushkina A. V., Akimov A. V.** Introduction issues: influence of salinity on gas exchange processes of seedlings *Hedysarum grandiflorum* Pall. ..... 104

**Ivanov S. A., Lopukhov P. M., Zakharova I. A., Glaz N.V.** Influence of top dressing with liquid complex fertilizer on the yield of soft wheat .... 111

**Kovshova V. N., Smirnova A. V., Luzyanina N. V.** Effect of mineral fertilizers on the botanical composition, quality and productivity of pasture herbage ..... 117

**Lobanova E. A.**, **Porokhina E. V.** Enzyme activity in developed peat soils..... 124

**Duborezov I. V., Kosolapov A. V., Duborezov V. M.** Productivity of herbs in the production of haylage in the conditions of the Moscow region ..... 129

**Popov V. V.** Fodder quality zootekhnical evaluation and standardization .. 134

**Gorobey V. P., Moskalevich V. Yu.** Perspectives of the layout of special caterpillar tractor assembly for work on slopes ..... 142

Information about authors..... 155

УДК 633.322:631.527
DOI: https://doi.org/10.33814/MAK-2023-32-80-9-13

# СЕЛЕКЦИЯ СОРТОВ КЛЕВЕРА ГИБРИДНОГО (*Trifolium hybridum* L.) ДЛЯ УСЛОВИЙ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ*

**Е. В. Думачева,** доктор биологических наук
**В. А. Зарудный**
**С. И. Костенко,** кандидат сельскохозяйственных наук
**А. Г. Красноперов,** доктор сельскохозяйственных наук
**М. А. Пятаков**

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

*Климатические условия Калининградской области выдвигают специфические требования к сельскохозяйственным культурам, которые могут показать наибольшую продуктивность в этих условиях и существенно повысить эффективность сельскохозяйственного производства в целом. Поэтому и сорта кормовых культур, которые будут наиболее подходящими для данного региона, необходимо создавать с учетом региональности.*
**Ключевые слова:** *селекция, региональные условия, клевер гибридный, заготовка кормов.*

Климатические условия самой западной области России — Калининградской резко отличаются от остальных территорий Северо-Западного региона. Эти отличия заключаются в большем количестве осадков (815 мм), равномерно распределенных по временам года, в более высоких среднегодовых температурах (+8,3 ºС), более длительном вегетационном периоде, в гораздо меньших отличиях зимних температур от летних по сравнению с некоторыми другими областями этого региона — Ярославской (+3,6 ºС и 544 мм), Тверской (+4,4 ºС и 628 мм) (таблица).

Существующая система районирования при государственном сортоиспытании, к сожалению, не учитывает этих очень существенных отличий региона [2].

*Работа выполнена при поддержке Нацпроекта № 075-15-2021-541 (внешний номер 09.ССЦ.21.0008) по теме: Реализация направлений, соответствующих программе создания и развития «Центра по кормовым культурам для создания и внедрения в агропромышленный комплекс современных технологий на основе собственных разработок Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса» («ФНЦ ВИК им. В.Р. Вильямса»)».

Такие климатические условия способствуют не только хорошему росту и развитию большинства сельскохозяйственных культур, но и благоприятствуют развитию практически всех грибных и бактериальных заболеваний. Частое выпадение осадков препятствует нормальному процессу заготовки сена, особенно традиционных бобовых культур — клевера лугового и люцерны посевной.

**Климатические условия Калининградской области, г. Калининград (по месяцам)**

| Показатели | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Средняя температура, ºС | –1,2 | –0,6 | 2,4 | 7,9 | 12,7 | 16,1 | 18,5 | 18,1 | 13,5 | 8,4 | 3,9 | 0,4 |
| Количество осадков, мм | 68 | 54 | 49 | 38 | 52 | 69 | 91 | 91 | 73 | 86 | 76 | 70 |

Все это привело к широкому распространению в прибалтийских странах клевера гибридного (*Trifolium hybridum* L.), который также известен как и клевер розовый, клевер шведский. Последнее его название как раз и отражает его наибольшее распространение в географическом плане как культуры. Наиболее существенным его отличием от клевера лугового является наличие более тонких стеблей, которые высыхают более быстро при естественной сушке по сравнению с клевером луговым [3].

В настоящее время в России в Реестр селекционных достижений включены 16 сортов этой культуры, в том числе и такие старые как Даубяй (с 1962 г.), Северодвинский (с 1963 г.). В последние 20 лет было выведено всего пять сортов, но и те были выведены в основном в центральных районах России. В целом клевер гибридный отлично поедается всеми видами домашних животных как на пастбищах, так и в виде заготовленных кормов.

Это все и предопределяет актуальность создания новых сортов клевера гибридного, адаптированных к условиям морского климата, устойчивых к заболеваниям, с высокой семенной продуктивностью, отличающихся повышенным качеством корма, достаточно долголетних.

Клевер гибридный имеет основное число хромосом, равное восьми ($x = 8$). При этом набор хромосом у диплоидов равен $2n = 16$, а у тетраплоидов $2n = 32$. У клевера гибридного не обнаружены природные полиплоиды. Их получают обычно с помощью колхицина.

В настоящее время все более широкое применение находят тетраплоидные формы, которые не встречаются в природе, но заметно продуктивнее диплоидных форм, хотя уступают им по семенной продуктивности. В то же время более тонкостебельные диплоидные формы дают растения, из которых можно более легко получать сено.

Для создания нового селекционного материала клевера гибридного, наиболее пригодного для условий Калининградской области, нами были собраны образцы дикорастущих местных форм, получены образцы из ВИР и образцы из коллекции генофонда ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса», а также собраны образцы существующих селекционных сортов, как российской селекции, так и зарубежной.

Полевые опыты были заложены в Калининградском филиале ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» в поселке Славянское Калининградской области. Опыты заложены согласно общепринятым методическим указаниям Всесоюзного института растениеводства и ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» [4; 5; 6].

Предварительно большинство образцов было изучено и оценено во ВНИИ кормов в Московской области. Всего были заложены делянки с 30-ю образцами клевера гибридного. Особое внимание было уделено старому литовскому сорту Даубяй, который уже многие десятилетия возделывается в условиях, приближенных к Калининградской области и в самой Калининградской области. Для изучения были использованы и гибриды от свободного переопыления этого сорта с другими диплоидными сортами.

Перед началом исследований с этой культурой в регионе Калининградской области нами были определены параметры нового сорта, при достижении которых сорт будет иметь существенный коммерческий успех. Сорт должен давать не менее трех укосов с продуктивностью сухого вещества от 10 т/га, семенная продуктивность при выращивании в условиях рядовых хозяйств должна быть не менее 2,0 ц/га. Сорт с высокими кормовыми качествами должен иметь и высокую облиственность: не менее 50 %. Сорт должен быть пригоден для сенокосно-пастбищного использования, что очень актуально для Калининградской области с длительным безморозным периодом [7].

Устойчивость к основным болезням является чрезвычайно важным показателем создаваемого сорта, для Калининградской области по нашим наблюдениям наиболее важны такие заболевания как рак, антракноз, фузариоз, ложная мучнистая роса.

Эти же болезни поражают растения клевера гибридного и в Московской области, но, естественно, в этих регионах различные штаммы, у которых разная вредоносность и разные условия внешней среды, способствующие развитию тех или иных болезней, поэтому на втором эта-

пе наших исследований будут оценены селекционные образцы именно в плане экологического испытания и сравнены результаты, полученные при их выращивании в этих регионах.

С 2024 г. планируется оценка наиболее перспективных форм и по способности их давать сено в минимальные сроки, т. е. при этой оценке будут комплексно учтены облиственность, толщина стеблей, величина пустот в них.

Клевер гибридный считается довольно хорошей медоносной культурой, которую с удовольствием посещают пчелы, собирая, в зависимости от региона, от 130 до 200 кг и более меда с гектара. В этом отношении клевер гибридный с более короткой трубочкой (до 3 мм) имеет также преимущество перед клевером луговым. Нами также планируется оценивать образцы и по длине трубочки, измеряя для этого по 100–150 цветков с 20–25 головок каждого из наиболее перспективных образцов.

В то же время тетраплоидные формы обычно заметно превосходят диплоидные по продуктивности, но при этом они более требовательны к условиям выращивания, к фону минерального питания, к влажности почвы. Для пастбищного использования сорта или для заготовки кормов, не основанной на сушке в природных условиях, явное предпочтение будут иметь тетраплоидные сорта.

У клевера гибридного довольно растянут период от весеннего отрастания до созревания семян, которое происходит также неравномерно и растянуто. Это является как раз одним из факторов, заметно снижающих семенную продуктивность клевера гибридного. При повышении генетической однородности этот период может сокращаться, что приведет к повышению сбора семян, дефицит которых наблюдается на рынке во всех регионах.

При выращивании клевера гибридного в травосмесях со злаковыми травами, которые также способны давать за сезон несколько скашиваний (райграс пастбищный, овсяница луговая, фестулолиум), качество корма также остается высоким [8].

На пастбищах с такими травосмесями животные пасутся более охотно, и их продуктивность заметно увеличивается.

Перевод наиболее отличившихся образцов на тетраплоидный уровень планируется на следующих этапах с использованием базы головного учреждения Федерального научного центра по кормопроизводству и агроэкологии имени В. Р. Вильямса. В последующем планируется создать на его базе тетраплоидный сорт.

Литература


1. Справочник по климату России ВНИИГМИ МЦД. Обновлено 17.02.2023. https://topogis.ru/spravochnik-po-klimatu-rossii-vniigmi-mtsd.php (дата обращения 17.10.2023).
2. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Том I. «Сорта растений» (официальное издание). – М. : ФГБНУ «Росинформагротех». 2023. – 631 с.
3. Основные виды и сорта кормовых культур. Итоги научной деятельности Центрального селекционного центра / В. М. Косолапов, З. Ш. Шамсутдинов, С. И. Костенко [и др.]. – М. : Наука, 2015. – 543 с.
4. Методические указания по селекции и первичному семеноводству клевера / М. Ю. Новоселов, Н. И. Переправо, Р. Г. Писковацкая [и др.]. – М. : Изд-во Россельхозакадемии, 2002. – С. 63–68.
5. Методические указания по селекции и первичному семеноводству многолетних трав / З. Ш. Шамсутдинов, С. В. Пилипко, С. И. Костенко [и др.]. – М. : Россельхозакадемия, 1993. – 112 с.
6. Методические указания по изучению коллекции многолетних кормовых трав / ВАСХНИЛ, Всесоюз. НИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова / П. А. Лубенец, А. И. Иванов, Ю. И. Кириллов [и др.]. – Ленинград : ВИР, 1979. – 42 с.
7. Пятаков М. А. Создание адаптированного к условиям Калининградской области сорта клевера гибридного — перспективное направление селекции // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. тр. Вып. 31 (79). Материалы Междунар. конгресса по кормам (г. Лобня Московской области, 20–23 июня 2023 г.) / ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». – М. : ФГБОУ ДПО РАКО АПК, 2023. – С. 83–86.
8. Влияние видов и сортов бобовых трав на урожайность пастбищных травостоев в Нечерноземной зоне / А. А. Кутузова, Е. Е. Проворная, Е. Г. Седова, Н. С. Цыбенко // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. тр. Вып. 14 (62) / ФГБНУ «ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса». – М. : ООО «Угрешская типография», 2017. – С. 32–38.


## SELECTION OF VARIETIES OF HYBRID CLOVER (*Trifolium hybridum* L.) FOR CONDITIONS KALININGRAD REGION


**E. V. Dumacheva, V. A. Zarudny, S. I. Kostenko, A. G. Krasnoperov, M. A. Pyatakov**



*The climatic conditions of the Kaliningrad region put forward specific requirements for agricultural crops that can show the greatest productivity in these conditions and significantly increase the efficiency of agricultural production in general. Therefore, the varieties of forage crops that will be most suitable for this region must be created taking into account the regional approach.*



**Keywords:** *breeding, regional conditions, hybrid clover, forage harvesting.*

УДК 581.5+581.9 (063)
DOI: https://doi.org/10.33814/MAK-2023-32-80-14-21

# СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СКОРОСТИ АССИМИЛЯЦИИ $CO_2$ У ОДНОЛЕТНИХ ВИДОВ *Trifolium* НА ЮВЕНИЛЬНОМ ЭТАПЕ ОНТОГЕНЕЗА*

**Е. В. Думачева,** доктор биологических наук
**С. И. Костенко,** кандидат сельскохозяйственных наук
**В. И. Чернявских,** доктор сельскохозяйственных наук
**Ю. В. Печегина, А. А. Гребенников**

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

*Изучены параметры фотосинтеза, темнового дыхания и межклеточной концентрации $CO_2$ у трех видов однолетних клеверов: Trifolium resupinatum, T. alexandrinum, T. incarnatum. В опыте установлены существенные отличия параметров скорости ассимиляции углекислого газа между изученными видами. Максимальная величина темнового дыхания и скорости ассимиляции $CO_2$ отмечена у семядольных листьев проростков T. alexandrinum. Рассчитаны уравнения световых кривых ассимиляции $CO_2$ и концентрация межклеточного $CO_2$. Установлены высокие коэффициенты аппроксимации: для световых кривых фотосинтеза от 0,945 до 0,989; для концентраций межклеточного $CO_2$ — от 0,683 до 0,983.*
**Ключевые слова:** *Trifolium resupinatum*, *Trifolium alexandrinum*, *Trifolium incarnatum, фотосинтез, темновое дыхание, межклеточная концентрация $CO_2$.*

Однолетние виды рода Trifolium: *Trifolium resupinatum*, *T. alexandrinum*, *T. incarnatum* — модельные объекты быстрорастущих бобовых трав с прохождением фаз онтогенеза в течение одного вегетационного сезона, перспективные для интродукции в связи с возросшим интересом к ним как ценным однолетним кормовым культурам полифункционального назначения [1–3].

Интерес к однолетним клеверам как к кормовым растениям связан с возможностью использовать их для производства высокобелкового корма [4–6].

*Исследование выполнено при поддержке Нацпроекта «Наука и университеты»: Грант 31.05.2021 г. № 075-15-2021-541 (внутренний номер 09.ССЦ.21.0008) на создание и развитие «Центра по кормовым культурам для создания и внедрения в агропромышленный комплекс современных технологий на основе собственных разработок Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса» (ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»); Госзадание FGGW-2022-0013 «Разработка теоретических основ ускорения интродукции, селекции и повышения эффективности семеноводства сельскохозяйственных растений на основе оценки сопряженности фундаментальных физиологических процессов».

Показана способность однолетних клеверов аккумулировать тяжелые металлы и нефтезагрязнения [7].

Все эти ценные свойства позволяют рассматривать виды однолетних клеверов как модельные объекты для изучения физиологических аспектов формирования адаптационных механизмов устойчивости к засолению и закислению почвенного субстрата. Устойчивость однолетних и многолетних бобовых трав к разнообразным абиотическим стрессорам является важнейшим направлением современных научных исследований [8–10].

Клевер опрокинутый (персидский, шабдар) (*T. resupinatum* L.) — однолетнее растение высотой в среднем от 20 до 30 см. Его розовые цветки собраны в шарообразное соцветие — головку. Длительность вегетации составляет от 80 до 135 суток в зависимости от условий произрастания. Урожайность сена в южных регионах — от 6,5–7 до 8–10 т/га. Содержание протеина достигает 17–18 %. Посев проводят рано. Норма высева при орошении — 15 кг/га. Глубина посева — 1–2 см. В Закавказье возможны осенние посевы в октябре. К уборке на сено приступают в начале цветения. На семена — при побурении 70–80 % головок раздельным способом. При семенной культуре шабдар скашивают сенокосилками и укладывают массу в валки. При подсыхании массы обмолачивают комбайном. Также возможна уборка на семена прямым комбайнированием. Клевер персидский хорошо подходит для пожнивных посевов.

Клевер александрийский (*T. alexandrinum* L.) — однолетнее растение. Корневая система хорошо развита. Стебли прямые, ветвятся, высота растений — 25–60 см. Соцветие — овально-коническая головка. Цветки желтовато-белого цвета. Масса 1000 семян — 2,5–3,0 г. Вегетационный период длится 90–120 дней. Высевают осенью или ранней весной. Норма высева — 15–18 кг/га. Глубина посева — до 2 см. Позволяет получать 2–3 укоса. Способен формировать урожай зеленой массы до 12 т/га. Сено и зеленая масса клевера александрийского хорошо поедаются всеми видами животных.

Клевер мясо-красный (инкарнатный) (*T. incarnatum* L.) — травянистый однолетник, имеющий высоту от 20 до 50 см, чаще не ветвистый. *T. incarnatum* обладает высокой декоративностью в период цветения. Его насыщенно красные или темно-красные цветки образуют соцветие — удлиненную головку высотой от 3 до 5–6 см и шириной до 1–1,5 см.

В настоящее время при оценке эффективности интродукции новых видов рекомендуют использовать данные по динамике чистой скорости фотосинтеза, проводимости устьиц, межклеточных концентраций $CO_2$, скорости транспирации и эффективности водопользования в новых

условиях выращивания на различных стадиях онтогенеза [11; 12]. Изучают физиологические реакции видов на широкий спектр стрессовых воздействий: избыточное или недостаточное увлажнение, условия засоления, избытка алюминия и другие. Известен способ оценки диапазона саморегуляции фотосинтетического аппарата путем изменения условий освещения — от полной темноты до избыточных величин [13]. Зависимость скорости фотосинтеза от освещенности характеризуется рядом параметров, которые часто используются для сравнения видов или для нахождения взаимосвязей фотосинтеза с другими физиологическими процессами. Для правильной оценки этих параметров рекомендуют измерять скорость фотосинтеза, темнового дыхания, оценивать точку компенсации освещенности и ряд других параметров в течение онтогенеза, начиная со стадии проростков. В связи с этим целью наших исследований было изучить особенности процессов ассимиляции $CO_2$ у видов однолетних клеверов на стадии проростков.

**Методика исследований.** Исследования проводили с использованием стандартных методов, принятых в физиологии растений для опытов в водной культуре [11–13]. Повторность в опыте трехкратная. Перед проращиванием семена были скарифицированы, стерилизованы этанолом (96 %). Для прорастания семена были помещены в чашки Петри на фильтровальную бумагу в климатокамеру при температуре 24 °С. Проростки освещали светодиодными лампами ULTRAFLASH: длина волны в красной части спектра — 650 нм, синем — 450 нм, инфракрасном — 750 нм; фотосинтетически активное излучение — 26 umol, фотосинтетически активное излучение в секунду — 10 umol*s-1 при 26 ± 2 °С. Проростки находились в режиме «14 ч света – 10 ч темноты».

Исследование процессов фотосинтеза и темнового дыхания проводили на семядольных листьях с использованием портативной системы измерения газообмена растений. Для определения интенсивности дыхания, фотосинтеза и межклеточной концентрации $CO_2$ семядольные листья исследуемых культур помещали в термостатируемую листовую камеру портативной системы измерения газообмена растений (модель LI-6800, LI-COR, США; прибор приобретен при финансовой поддержке гранта на создание селекционно-семеноводческого центра ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса»).

Для получения данных о зависимости параметров фотосинтеза от интенсивности фотосинтетически активной радиации (ФАР) устанавливали в камере концентрацию $CO_2$ на уровне 400 μM/M. Интенсивность фотосинтетически активной радиации в камере прибора изменялась: 1500, 1000, 500, 200, 100, 50, 0 μM/м²/с. Температура в листовой камере поддерживалась в диапазоне 24–26 °С. За величину темнового дыхания принимали значение ассимиляции $CO_2$ при ФАР, равном нулю [14–16].

Площадь листьев определяли с использованием автоматизированной программы Petiol. Статистический анализ результатов полевых и лабораторных опытов проводили с помощью пакета прикладных программ Exel, анализа ANOVA.

**Результаты.** Ведется дискуссия выбора этапа онтогенеза, наиболее полно отражающего включение начальных этапов адаптационных процессов и процессов саморегуляции при проведении комплексной оценки селекционного материала. Все большее число исследователей склоняются к необходимости разработки неинвазивных методов оценки исходных форм на ранних этапах онтогенеза [17]. Стадия семени (se) является латентным онтогенетическим периодом, стадия проростка (p) — первой фазой прегенеративного периода. Указывают на ценность данных, полученных на семядольных листьях [18]. В связи с этим изучение процессов фотосинтеза и транспирации у видов однолетних клеверов проводили на семядольных листьях проростков.

Информацию о степени устойчивости фотосинтетического аппарата к комплексу абиотических факторов в естественных условиях дают световые кривые фотосинтеза и сопутствующих процессов газообмена [19; 20]. Их предлагают рассматривать как основной показатель при сравнении параметров процессов ассимиляции углерода у различных культур в естественных условиях [21; 22].

В таблице 1 приведены результаты изучения интенсивности темнового дыхания и ассимиляции $CO_2$ у семядольных листьев однолетних видов Trifolium в зависимости от интенсивности ФАР.

**1. Интенсивность темнового дыхания и фотосинтеза у семядольных листьев однолетних видов Trifolium в зависимости от интенсивности ФАР, μМ/м²/с**

| ФАР, μМ/м²/с | *T. alexandrinum* | | | *T. incarnatum* | | | *T. resupinatum* | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | M | m | Cv | M | m | Cv | M | m | Cv |
| 0 | –2,50 | 0,84 | 43,9 | –0,52 | 0,3 | 92,6 | –1,32 | 0,34 | 83,7 |
| 50 | 0,35 | 1,13 | 63,3 | 0,14 | 0,1 | 89,5 | 0,12 | 0,62 | 74,0 |
| 150 | 1,07 | 0,13 | 16,4 | 0,69 | 0,4 | 89,3 | 0,94 | 0,77 | 106,8 |
| 300 | 4,94 | 1,58 | 42,0 | 1,79 | 0,2 | 16,1 | 2,65 | 1,80 | 90,2 |
| 600 | 6,67 | 2,59 | 51,3 | 2,84 | 0,8 | 44,6 | 3,42 | 1,61 | 69,1 |
| 900 | 9,27 | 2,89 | 44,3 | 3,07 | 1,2 | 52,5 | 3,61 | 2,04 | 74,3 |
| 1200 | 12,75 | 4,10 | 47,6 | 3,86 | 1,6 | 58,2 | 5,23 | 2,99 | 79,0 |
| 1500 | 12,41 | 4,33 | 49,0 | 3,60 | 1,6 | 63,2 | 4,01 | 2,19 | 71,1 |

Интенсивность темнового дыхания при отсутствии освещения изменялась у видов клевера в диапазоне от 0,52 до 2,5 μМ $CO_2$/м²/с при

уровне Cv = 43,9–92,6 %. Максимальная величина темнового дыхания отмечена у *T. alexandrinum:* в 4,8 раза выше, чем у *T. incarnatum,* и в 1,9 раза, чем у *T. resupinatum.* При этом между видами установлена существенная разница по интенсивности дыхания, что является указанием на разницу в направленности метаболических процессов в период прорастания семян [17; 22].

Для *T. alexandrinum* характерны и более высокие значения интенсивности ассимиляции $CO_2$ по сравнению с другими видами, особенно при высоких уровнях ФАР. Сравнительный анализ показал, что интенсивность фотосинтеза у семядольных листьев *T. alexandrinum* при интенсивности ФАР в диапазоне 300–1500 μM/м²/с существенно превышала показатели для *T. incarnatum:* в 2,76–3,45 раза. При этом точка светового насыщения у этих видов отмечена при ФАР 1200 μM/м²/с.

При сравнении интенсивности фотосинтеза у видов *T. alexandrinum* и *T. resupinatum* существенные различия стали обнаруживаться только при ФАР 900 и сохранялись до освещенности 1500 μM/м²/с. Разница между видами составила 2,44–3,1 раза. Обращает на себя внимание высокий уровень варьирования показателя во всех вариантах опыта: Cv изменялся в пределах от 16,4 до 63,3 % у *T. alexandrinum*; от 16,1 до 89,5 % и достигал максимальных значений у *T. incarnatum* — от 71,1 до 106,8 %.

Световые кривые интенсивности ассимиляции $CO_2$ с высоким коэффициентом аппроксимации для всех изученных видов клевера описываются уравнениями полинома третьего порядка (табл. 2).

**2. Уравнения световых кривых интенсивности фотосинтеза для семядольных листьев однолетних видов Trifolium**

| Вид | Уравнение световой кривой | Коэффициент аппроксимации, $R^2$ |
|---|---|---|
| *T. alexandrinum* | $4E\text{-}09x^3 – 2E\text{-}05x^2 + 0{,}025x – 2{,}667$ | 0,977 |
| *T. incarnatum* | $2E\text{-}09x^3 – 7E\text{-}06x^2 + 0{,}009x – 0{,}505$ | 0,989 |
| *T. resupinatum* | $3E\text{-}09x^3 – 1E\text{-}05x^2 + 0{,}014x – 1{,}328$ | 0,945 |

Уровень содержания $CO_2$ в межклеточном пространстве — это пул запасного ассимиляционного материала для биохимического этапа фотосинтеза. Отмечают, что более высокая концентрация межклеточного $CO_2$ соответствует снижению скорости ассимиляционных процессов. В наших опытах существенной разницы по концентрации $CO_2$ в межклеточном пространстве семядольных листьев различных видов клевера не установлена на фоне сравнительно низких показателей коэффициента вариации — от 1,8 до 8,3 % у *T. alexandrinum* (табл. 3).

**3. Сравнительный анализ концентрации межклеточного $CO_2$ у семядольных листьев однолетних видов Trifolium в зависимости от интенсивности ФАР**

| ФАР, μМ/м²/с | *T. alexandrinum* | | | *T. incarnatum* | | | *T. resupinatum* | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | M | m | Cv | M | m | Cv | M | m | Cv |
| 0 | 309,0 | 14,8 | 4,8 | 395,9 | 10,9 | 3,7 | 352,9 | 59,6 | 22,3 |
| 50 | 343,0 | 20,8 | 7,7 | 383,2 | 3,7 | 1,3 | 375,3 | 23,7 | 8,3 |
| 150 | 344,1 | 8,1 | 2,9 | 364,7 | 8,6 | 3,4 | 365,6 | 20,9 | 7,6 |
| 300 | 342,0 | 4,6 | 1,8 | 333,9 | 14,9 | 5,9 | 314,7 | 37,2 | 15,8 |
| 600 | 331,4 | 19,3 | 8,3 | 315,4 | 12,3 | 5,2 | 319,2 | 27,0 | 11,0 |
| 900 | 320,9 | 16,3 | 7,4 | 312,7 | 7,01 | 2,9 | 326,3 | 25,0 | 10,4 |
| 1200 | 310,7 | 15,2 | 6,8 | 297,8 | 13,4 | 6,2 | 307,8 | 39,4 | 17,0 |
| 1500 | 319,7 | 9,7 | 4,4 | 306,4 | 11,4 | 5,3 | 330,9 | 15,6 | 6,8 |

Световые кривые межклеточной концентрации $CO_2$ с высоким коэффициентом аппроксимации ($R^2$) для всех изученных видов клевера описываются уравнениями полинома третьего порядка (табл. 4).

**4. Уравнения световых кривых межклеточной концентрации $CO_2$ для семядольных листьев однолетних видов Trifolium**

| Вид | Уравнение световой кривой | Коэффициент аппроксимации, $R^2$ |
|---|---|---|
| *T. alexandrinum* | $–6E\text{-}08x^3 + 0{,}000x^2 – 0{,}242x + 405{,}5$ | 0,978 |
| *T. incarnatum* | $–6E\text{-}08x^3 + 0{,}000x^2 – 0{,}239x + 394{,}6$ | 0,983 |
| *T. resupinatum* | $–2E\text{-}08x^3 + 0{,}000x^2 – 0{,}135x + 367{,}6$ | 0,683 |

**Заключение**. Таким образом, установлены существенные отличия параметров скорости ассимиляции углекислого газа у видов *T. resupinatum*, *T. alexandrinum*, *T. incarnatum*. Максимальная величина темнового дыхания и скорости ассимиляции $CO_2$ отмечена у семядольных листьев проростков *T. alexandrinum*. Рассчитаны уравнения световых кривых ассимиляции $CO_2$ и концентрации межклеточного $CO_2$. Установлены высокие коэффициенты аппроксимации: для световых кривых фотосинтеза от 0,945 до 0,989; для концентраций межклеточного $CO_2$ — от 0,683 до 0,983.

Литература


1. Многолетние травы для пастбищ, газонов и рекультивации: селекция и практика / В. М. Косолапов, С. И. Костенко, Е. В. Думачева, В. И. Чернявских // Кормопроизводство. – 2022. – № 10. – С. 14–17.
2. Думачева Е. В., Чернявских В. И. Биоресурсный потенциал бобовых трав на меловых обнажениях и карбонатных почвах Европейской России. – Белгород : Издательский дом «Белгород», 2014. – 144 с. – ISBN 978-5-9571-0914-3.
3. Бекузарова С. А., Трифонова М. Ф., Осикина Р. В. Характеристика видов клевера на Северном Кавказе // Известия Международной академии аграрного образования. – 2016. – № 30. – С. 113–119.
4. Дробышева Л. В., Зятчина Г. П. Основные результаты селекции различных видов клеверов на повышение эффективности симбиоза // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство. – М. : Угрешская типография, 2015. – С. 151–157.
5. Селекция видов клевера на иммунитет в условиях РСО-Алании / И. А. Датиева, Л. М. Келехсашвили, К. Х. Фарниева [и др.] // Аграрная наука. – 2019. – № 5. – С. 49–52. – DOI: 10.32634/0869-8155-2019-325-5-49-52.
6. Бекузарова С. А., Датиева И. А. Оценка однолетних видов клевера на устойчивость к болезням и вредителям // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. – 2020. – Т. 29. – С. 251–254. – DOI: 10.30679/2587-9847-2020-29-251-254.
7. Бекузарова С. А., Датиева И. А. Снижение загрязненности почв однолетними видами клевера // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 55, № 3. – С. 8–12.
8. Дегтярь О. В., Чернявских В. И. О состоянии степных сообществ юго-востока Белгородской области // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. Серия: Биология. – 2004. – № 2. – С. 254–258.
9. Чернявских В. И., Думачева Е. В. Генетическая коллекция многолетних бобовых трав Белгородской области: этапы формирования, пути мобилизации и селекционный потенциал // Успехи современного естествознания. – 2019. – № 1. – С. 63–68.
10. Чернявских В. И., Думачева Е. В. Эффективность совместных посевов козлятника восточного с эспарцетом песчаным на семена // Кормопроизводство. – 2019. – № 12. – С. 21–25.
11. Гавриленко В. Ф., Жигалова Т. В. Большой практикум по фотосинтезу. – Москва : Академия. – 2003. – 256 с.
12. Мокроносов А. Т., Гавриленко В. Ф., Жигалова Т. В. Фотосинтез. Физиолого-экологические и биохимические аспекты. – М. : Академия, 2006. – 448 с.
13. Семихатова О. А., Чиркова Т. В. Физиология дыхания растений : учебное пособие. – СПб : СПб ун-т, 2001. – 220 с.
14. Acclimation of foliar respiration and photosynthesis in response to experimental warming in a temperate steppe in Northern China / Y. Chi, M. Xu, R. Shen, Q. Yang, B. Huang, S. Wan // PLoS ONE. – 2013. – Vol. 8(2). – P. 1–13.
15. Evans J. R., Santiago L. S. Prometheus Wiki gold leaf protocol: gas exchange using LI-COR 6400 // Funktsional'naya biologiya rasteniy. – 2014. – Vol. 41(3). – P. 223–226.
16. Riches M., Lee D., Farmer D. K. Simultaneous leaf-level measurement of trace gas emissions and photosynthesis with a portable photosynthesis system // Atmos. Meas. Tech. – 2020. – Vol. 13, – P. 4123–4139, https://doi.org/ 10.5194/amt-13-4123-2020.

17. Influence of ecological conditions of various habitats on individual morpho-biological and physiological features of *Hedysarum grandiflorum* Pall seeds / L. D. Sajfutdinova, V. M. Kosolapov, V. I. Cherniavskih, E. V. Dumacheva // Materials V International Youth Applied Research Forum “Oil Capital”: Conference Series “Oil Capital” 23–24 March 2022 Khanty-Mansyisk Autonomous Okrug-Yugra, Russia. – AIP Conf. Proc. – 2023. – Vol. 2929, № 1. – P. 040005. DOI: 10.1063/5.0179494.
18. Evstigneev O. I., Korotkov V. N. Ontogenetic stages of trees: an overview // Russian Journal of Ecosystem Ecology. – 2016. – Vol. 1(2). – P. 1–31. – DOI: 10.21685/2500-0578-2016-2-1.
19. Changes in optical plant parameters with respect to the degree of soil salinity in arid lands / M. K. M. Magomedova, M. Y. Alieva, A. T. Mammaev, E. V. Pinyaskina, A. V. Murtuzova // Arid Ecosystems. – 2019. – 25. – Vol. 2(79). – P. 70–75. – DOI: 10.1134/S2079096119020082.
20. Molchanov A. G. Variability of photosynthetic light curves of tree species // Rossiiskaia Selskokhoziaistvennaia Nauka. Lesovedenie. – 2015. – Vol. 1. – P. 20–26.
21. Влияние условий произрастания сосны кедровой сибирской (Pinus sibirica Du Tour) на процессы фотосинтеза и транспирации / А. П. Глинушкин, С. М. Хамитова, Н. А. Бабич [и др.] // Хвойные бореальной зоны. – 2022. – Т. 40, № 5. – С. 361–368. – DOI: 10.53374/1993-0135-2022-5-361-368. – EDN INRFEF.
22. Evaluation of the resistance of medicago breeding samples to the action of abiotic stressors at the early stages of ontogenesis / E. V. Dumacheva, L. D. Sajfutdinova, Yu. V. Pechegina [et al.] / II International Conference on Current Issues of Breeding, Technology and Processing of Agricultural Crops, and Environment (CIBTA-II-2023) // BIO Web of Conferences, 010 (2023) CIBTA-II-2023. – P. 01088. https://doi.org/10.1051/bioconf/20237101088.

## COMPARATIVE ANALYSIS OF THE RATE OF $CO_2$ ASSIMILATION IN ANNUAL TRIFOLIUM SPECIES AT THE JUVENILE STAGE OF ONTOGENESIS

**E. V. Dumacheva, S. I. Kostenko,**
**V. I. Chernyavskikh, Yu. V. Pechegina, A. A. Grebennikov**

*The parameters of photosynthesis, dark respiration and intercellular $CO_2$ concentration were studied in three species of annual clovers: Trifolium resupinatum, T. alexandrinum, T. incarnatum. Significant differences in the parameters of the rate of carbon dioxide assimilation between the studied species were established in the experiment. The maximum value of dark respiration and $CO_2$ assimilation rate was observed in the seedling leaves of T. alexandrinum seedlings. The equations of light curves of $CO_2$ assimilation and intercellular $CO_2$ concentration were calculated. High approximation coefficients were found: from 0.945 to 0.989 for photosynthesis light curves; from 0.683 to 0.983 for intercellular $CO_2$ concentrations.*

**Keywords:** *Trifolium resupinatum, Trifolium alexandrinum, Trifolium incarnatum, photosynthesis, dark respiration, intercellular $CO_2$ concentration.*

УДК 631.51:631.8:632.51
DOI: https://doi.org/10.33814/MAK-2023-32-80-22-33

# УЧАСТИЕ ПОКРОВНЫХ КУЛЬТУР КЛЕВЕРА В РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ПРЯМОГО ПОСЕВА В ЦЕНТРАЛЬНОМ РАЙОНЕ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РФ

**А. И. Беленков**[1], доктор сельскохозяйственных наук
**С. В. Железова**[2], доктор сельскохозяйственных наук
**А. В. Мельников**[3], кандидат сельскохозяйственных наук
**Н. Н. Лазарев**[4], доктор сельскохозяйственных наук

[1]*ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса», г. Лобня Московской обл., Россия, belenokaleksis@mail.ru*
[2]*ФГБНУ ВНИИФ, р. п. Большие Вяземы, Россия, soferrum@mail.ru*
[3]*ФГБНУ ФНЦ «Немчиновка», г. Москва, Россия, diatrima@list.ru*
[4]*ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, Москва, Россия, lazarevnick2012@gmail.com*

*Подбор покровных культур для клевера при возделывании их по нулевой обработке почвы позволил сделать некоторые предварительные выводы. Наибольшее количество входов покровной культуры отмечено на вариантах «горчица и овес», наименьшее — на вариантах «гречиха и фацелия»; следовательно, гречиха и фацелия плохо всходят при посеве по нулевой технологии. На всех вариантах опыта была установлена высокая засоренность посевов, когда количество сорных растений в начале вегетации превышало экономические пороги вредоносности, а применение гербицида во время вегетации в данном эксперименте не предусмотрено, так как все культуры, за исключением овса, являются чувствительными. По клеверу в конце всего сезона наибольшая биомасса была отмечена на вариантах под покровом фацелии, гречихи и беспокровно, там, где конкуренция минимальна.*
**Ключевые слова:** *прямой посев, покровные культуры, клевер, технология, урожайность, эффективность, результат.*

**Введение.** Система нулевой обработки почвы (No-till) приобретает все большую популярность в мире [1; 2]. При такой системе проводят полный отказ от любой обработки почвы и «прямой посев», т. е. посев прямо по пожнивным остаткам и в стерню. У данной технологии есть свои плюсы и минусы [3; 4].

Плюсы технологии: предотвращение эрозии почвы, накопление в почве органического вещества, повышение биологической активности почвы, сокращение затрат на обработку почвы (до 70 %) [5–7]. Некоторые авторы указывают и на такие положительные моменты, как повышение урожайности за счет влагосбережения и снижение численности сорняков из-за слоя соломенной мульчи [8–10].

Минусы данной технологии: общее ухудшение фитосанитарной обстановки [11], развитие болезней сельскохозяйственных посевов, повышение численности сорняков [12], повышенное уплотнение почвы [13; 14], необходимость увеличения доз азотных удобрений [8]. Общее ухудшение фитосанитарной обстановки вынужденно приводит к увеличению пестицидной нагрузки [3; 12], что может способствовать накоплению остаточных количеств пестицидов в почве.

Тем не менее, доля посевных площадей по No-till в мире достаточно высока. По технологии прямого посева выращивают зерновые, зернобобовые, технические культуры. Например, в Канаде и США по технологии прямого посева выращивают до 45 % посевных площадей сои, пшеницы — до 40 %, кукурузы — до 24 %, хлопка — до 21 %, овса и риса — до 10–12 % [15]. В России эти показатели значительно ниже, и по стране не превышают долей процента.

Для кормовых культур данная технология мало распространена [16–19]. Поэтому тематика исследования в данной области является актуальной, поскольку изучение прямого посева в отдельные годы и в различных условиях продемонстрировало ее эффективность [20; 21].

**Цель исследований:** определить набор покровных культур для клевера при нулевой обработке почвы и выбор наиболее подходящих.

**Описание эксперимента.** Исследования проводили в 2020 г. на территории Полевой опытной станции РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва).

Перед посевом были внесены удобрения: 200 кг/га комплексных удобрений (азофоска $N_{16}P_{16}K_{16}$). Предшественник: многолетние травы. За три дня до посева была проведена обработка гербицидом Торнадо-500 (д. в. глифосат), норма — 2,0 л/га. Посев осуществляли непосредственно в стерню многолетних трав дерновой пневмосеялкой AMAZONE Primera DMC-3, в первый день — посев клевера, на следующий день — посев покровных культур.

Опыт заложен в четырехкратной повторности, размер учетной делянки — 0,18 га, общая площадь опыта — 3,6 га.

Подпокровная культура — клевер красный луговой (*Trifolium pratense*), сорт Трио. Сравнивали следующие покровные культуры:

1. Горчица, сорт Рапсодия (22 кг/га) + клевер (20 кг/га);
2. Гречиха, сорт Девятка (80 кг/га) + клевер (20 кг/га);
3. Фацелия, сорт Дана (20 кг/га) [22] + клевер (20 кг/га);
4. Овес, сорт Скакун (200 кг/га) + клевер (20 кг/га);
5. Клевер без покрова в чистом виде (20 кг/га).

**Результаты и обсуждение.**

Метеоусловия периода проведения исследований. Количество осадков, выпавших в первые три месяца в сочетании с умеренными

температурами, было достаточным для формирования хороших урожаев. Однако уменьшение количества осадков и понижение температуры во второй период вегетации (август–октябрь), обусловило получение относительно невысокой продуктивности покровных культур, подпокровного клевера, а также клевера в чистом виде. Другими словами, наиболее ответственные фазы развития опытных культурных растений проходили в период сравнительно неблагоприятных метеоусловий (табл. 1).

**1. Метеоданные за период вегетации 2020 г.**

| Месяц | Среднемесячная температура воздуха, ºС | Сумма осадков за месяц, мм |
|---|---|---|
| Май | 11,5 | 162,6 |
| Июнь | 18,9 | 200,2 |
| Июль | 18,0 | 180,6 |
| Август | 17,4 | 36,6 |
| Сентябрь | 12,9 | 66,9 |
| Октябрь | 9,5 | 51,6 |

Уборка покровных культур, подпокровного и чистого клевера пришлась на 15.10.20 г., когда они начинали испытывать некоторый дискомфорт, обусловленный пониженной всхожестью и густотой стояния растений, высокой засоренностью на прямом посеве и постепенным ухудшением метеоусловий.

Учет густоты всходов покровных культур и подпокровного клевера проводили через 35 дней после посева, 21 августа 2020 г. Результаты показаны в таблице 2.

Наибольшее количество входов покровной культуры отмечено на вариантах «горчица и овес» (среднее значение — 25–30 шт./0,25 м$^2$, что соответствует 100–120 шт./м$^2$), наименьшее — на вариантах «гречиха и фацелия» (5–7 шт./0,25 м$^2$, что соответствует 20–28 шт./м$^2$).

Столь низкие показатели всхожести гречихи и фацелии можно объяснить тем, что для данных культур технология прямого посева в стерню предшественника не является оптимальной даже при благоприятных метеоусловиях. Густота всходов клевера на трех вариантах покровных культур (гречиха, горчица, фацелия) была на уровне 15–18 шт./0,25 м$^2$ (60–72 шт./м$^2$), под покровом овса густота клевера была выше (25 шт./0,25 м$^2$), при выращивании беспокровно густота клевера была еще выше (0,35 шт./0,25 м$^2$). Однако при обработке данных методом дисперсионного анализа показано, что значимость различий по всхожести клевера между вариантами опыта статистически не подтверждается.

**2. Густота стояния растений покровных культур и клевера, 21.08.2020**

| Культура | Количество растений по повторениям, шт./0,25м$^2$ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | Итого, шт./м$^2$ |
| I повторение | | | | | |
| Горчица + | 28 | 41 | 10 | 26 | 105 |
| + клевер | 4 | 20 | 18 | 11 | 53 |
| Гречиха + | 10 | 12 | 4 | 8 | 34 |
| + клевер | 18 | 5 | 25 | 16 | 64 |
| Фацелия + | 5 | 3 | 7 | 5 | 20 |
| + клевер | 12 | 15 | 10 | 13 | 40 |
| Овес + | 15 | 17 | 10 | 14 | 56 |
| + клевер | 37 | 38 | 40 | 32 | 167 |
| Клевер беспокровно | 30 | 40 | 10 | 27 | 107 |
| II повторение | | | | | |
| Горчица + | 30 | 7 | 10 | 16 | 63 |
| + клевер | 0 | 8 | 12 | 5 | 25 |
| Гречиха + | 7 | 4 | 5 | 5 | 21 |
| + клевер | 30 | 3 | 15 | 16 | 64 |
| Фацелия + | 7 | 4 | 4 | 5 | 20 |
| + клевер | 15 | 20 | 8 | 14 | 57 |
| Овес + | 15 | 28 | 35 | 26 | 104 |
| + клевер | 21 | 25 | 17 | 21 | 84 |
| Клевер беспокровно | 35 | 37 | 35 | 36 | 143 |
| III повторение | | | | | |
| Горчица + | 40 | 58 | 42 | 47 | 187 |
| + клевер | 25 | 25 | 35 | 28 | 113 |
| Гречиха + | 7 | 5 | 5 | 6 | 23 |
| + клевер | 20 | 20 | 15 | 18 | 73 |
| Фацелия + | 4 | 2 | 3 | 3 | 12 |
| + клевер | 10 | 20 | 35 | 22 | 87 |
| Овес + | 42 | 23 | 30 | 32 | 127 |
| + клевер | 30 | 15 | 10 | 22 | 87 |
| Клевер беспокровно | 45 | 38 | 50 | 44 | 177 |
| IV повторение | | | | | |
| Горчица + | 33 | 35 | 21 | 30 | 119 |
| + клевер | 10 | 18 | 22 | 15 | 65 |
| Гречиха + | 8 | 7 | 5 | 6 | 26 |
| + клевер | 23 | 9 | 18 | 17 | 67 |
| Фацелия + | 5 | 3 | 5 | 4 | 17 |
| + клевер | 12 | 18 | 18 | 16 | 64 |
| Овес + | 24 | 23 | 25 | 24 | 96 |
| + клевер | 29 | 26 | 22 | 25 | 102 |
| Клевер беспокровно | 37 | 38 | 32 | 36 | 143 |

Одновременно с этим проводили количественный учет засоренности посевов (табл. 3). Также статистически незначимой была разница средних значений по засоренности посевов сорняками при разных предшественниках.

**3. Засоренность посевов покровных культур и клевера, 21.08.2020**

| Культура | Засоренность посевов по повторениям, шт./0,25 м$^2$ | | | | | | | | шт./м$^2$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | итого | |
| | всех | много-летних | всех | много-летних | всех | много-летних | всех | много-летних | всех | много-летних |
| I повторение | | | | | | | | | | |
| Горчица +клевер | 65 | 3 | 94 | 12 | 102 | 12 | 87 | 9 | 348 | 36 |
| Гречиха + клевер | 100 | 4 | 20 | — | 100 | 2 | 73 | 2 | 293 | 9 |
| Фацелия + клевер | 100 | 4 | 90 | 2 | 90 | 4 | 93 | 3 | 373 | 13 |
| Овес + клевер | 45 | 1 | 50 | 2 | 90 | 3 | 62 | 2 | 247 | 8 |
| Клевер беспо-кровно | 80 | 5 | 90 | 3 | 100 | 7 | 90 | 5 | 360 | 20 |
| II повторение | | | | | | | | | | |
| Горчица + клевер | 39 | 4 | 35 | 5 | 27 | 7 | 34 | 5 | 135 | 21 |
| Гречиха + клевер | 25 | 4 | 20 | — | 30 | 5 | 25 | 3 | 100 | 12 |
| Фацелия + клевер | 31 | 6 | 51 | 6 | 41 | — | 40 | 4 | 163 | 16 |
| Овес + клевер | 12 | — | 14 | 4 | 4 | 3 | 10 | 3 | 40 | 10 |
| Клевер беспо-кровно | 9 | 1 | 29 | 9 | 25 | 5 | 21 | 5 | 84 | 20 |
| III повторение | | | | | | | | | | |
| Горчица + клевер | 1 | — | 20 | 5 | 8 | 2 | 10 | 3 | 29 | 10 |
| Гречиха + клевер | 47 | 7 | 28 | 8 | 5 | 10 | 27 | 7 | 107 | 32 |
| Фацелия + клевер | 14 | 4 | 41 | 4 | 52 | 2 | 36 | 3 | 143 | 13 |
| Овес + клевер | 2 | 2 | 3 | 3 | 25 | 5 | 10 | 3 | 40 | 13 |
| Клевер беспо-кровно | 10 | 1 | 29 | 3 | 27 | 7 | 22 | 4 | 88 | 15 |

Окончание таблицы 3

| Культура | Засоренность посевов по повторениям, шт./0,25 м$^2$ | | | | | | | | шт./м$^2$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | итого | |
| | всех | много-летних | всех | много-летних | всех | много-летних | всех | много-летних | всех | много-летних |
| IV повторение | | | | | | | | | | |
| Горчица + клевер | 35 | 2 | 50 | 7 | 46 | 7 | 44 | 6 | 175 | 22 |
| Гречиха + клевер | 57 | 5 | 23 | 3 | 45 | 6 | 42 | 4 | 167 | 18 |
| Фацелия + клевер | 48 | 5 | 61 | 4 | 62 | 2 | 56 | 3 | 227 | 14 |
| Овес + клевер | 20 | 1 | 22 | 3 | 40 | 4 | 27 | 3 | 109 | 11 |
| Клевер беспокровно | 33 | 2 | 49 | 5 | 51 | 6 | 44 | 5 | 177 | 18 |

Среднее количество однолетних сорняков составило от 25 до 58 шт./0,25 м$^2$, многолетних — от 2 до 5 шт./0,25 м$^2$. Выявлена тенденция, что под посевами фацелии засоренность была максимальной, а под посевами овса — минимальной. Сравнение численности сорняков под разными покровными культурами было проведено с применением критерия существенности (t-критерий). Для большинства сравниваемых пар разница засоренности посевов была несущественная, за исключением пары сравнения «овес и фацелия». В связи с тем, что всходы фацелии были более изрежены, засоренность однолетними сорными растениями там была наибольшей, а в посеве овса — наоборот. Таким образом, по первому сроку наблюдения можно сделать выводы: всхожесть клевера не зависела от вида покровной культуры, а засоренность посевов связана с густотой стояния покровной культуры: чем выше густота культуры, тем ниже засоренность.

Через месяц после первого учета проведен второй учет густоты всходов. Точки учета совпадали в первый и второй сроки (табл. 4).

**4. Густота стояния растений покровных культур и клевера, 17.09.2020**

| Культура | Количество растений по повторениям, шт./0,25 м$^2$ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | Итого, шт./м$^2$ |
| I повторение | | | | | |
| Горчица + | 3 | 12 | 15 | 10 | 40 |
| + клевер | 90 | 93 | 33 | 76 | 293 |
| Гречиха + | 12 | 18 | 6 | 12 | 48 |
| + клевер | 17 | 22 | 16 | 18 | 73 |
| Фацелия + | 16 | 5 | 6 | 9 | 36 |
| + клевер | 45 | 20 | 8 | 24 | 97 |

Окончание таблицы 4

| Культура | Количество растений по повторениям, шт./0,25 м$^2$ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | Итого, шт./м$^2$ |
| Овес + | 40 | 25 | 14 | 20 | 97 |
| + клевер | 15 | 10 | 8 | 11 | 44 |
| Клевер беспокровно | 30 | 25 | 15 | 23 | 93 |
| II повторение | | | | | |
| Горчица + | 6 | 5 | 20 | 10 | 41 |
| + клевер | 84 | 84 | 99 | 93 | 360 |
| Гречиха + | 8 | 6 | 11 | 8 | 33 |
| + клевер | 29 | 34 | 65 | 43 | 171 |
| Фацелия + | 3 | 12 | 10 | 8 | 33 |
| + клевер | 30 | 18 | 5 | 18 | 71 |
| Овес + | 25 | 26 | 14 | 22 | 87 |
| + клевер | 25 | 35 | 10 | 27 | 97 |
| Клевер беспокровно | 41 | 43 | 35 | 40 | 159 |
| III повторение | | | | | |
| Горчица + | 2 | 18 | 0 | 7 | 27 |
| + клевер | 60 | 64 | 70 | 88 | 282 |
| Гречиха + | 19 | 14 | 10 | 14 | 57 |
| + клевер | 10 | 53 | 21 | 28 | 112 |
| Фацелия + | 6 | 10 | 10 | 9 | 35 |
| + клевер | 12 | 12 | 20 | 15 | 59 |
| Овес + | 40 | 26 | 30 | 32 | 128 |
| + клевер | 15 | 35 | 5 | 20 | 75 |
| Клевер беспокровно | 41 | 45 | 25 | 37 | 148 |
| IV повторение | | | | | |
| Горчица + | 4 | 12 | 12 | 9 | 37 |
| + клевер | 78 | 80 | 67 | 86 | 311 |
| Гречиха + | 13 | 13 | 10 | 11 | 47 |
| + клевер | 19 | 30 | 34 | 30 | 113 |
| Фацелия + | 8 | 10 | 9 | 9 | 36 |
| + клевер | 29 | 17 | 12 | 11 | 69 |
| Овес + | 35 | 26 | 19 | 18 | 98 |
| + клевер | 18 | 27 | 19 | 19 | 83 |
| Клевер беспокровно | 44 | 38 | 25 | 37 | 144 |

Через два месяца после начала вегетации наибольшее количество входов покровной культуры отмечено на варианте «овес» (среднее значение — 34 шт./0,25 м$^2$), наименьшее, так же, как и в первый срок учета – на вариантах «гречиха и фацелия» (8–11 шт./0,25 м$^2$, что соответствует 32–44 шт./м$^2$).

Низкие показатели густоты стояния гречихи и фацелии подтверждают, что для данных культур технология прямого посева в стерню предшественника не является оптимальной. Снижение численности всходов горчицы можно объяснить быстрым созреванием и отмиранием растений в условиях жаркой погоды. В среднем по всему полю (по всем данным) количество всходов клевера от первого до второго срока учета увеличилось на 11 %, а количество всходов покровной культуры снизилось на 13 %. Так, снижение густоты стояния горчицы способствовало увеличению густоты клевера на этом варианте. Количество всходов клевера на варианте «горчица» достигало 80 шт./0,25 м$^2$. Остальные варианты развития клевера не имели значимых различий между собой во второй срок обследования.

Среднее значение количества сорных растений на поле (шт./0,25 м$^2$) увеличилось с 46 ± 6 в августе до 99 ± 14 в сентябре (табл. 5).

**5. Засоренность посевов покровных культур и клевера, 17.09.2020**

| Культура | Засоренность посевов по повторениям, шт./0,25 м$^2$ | | | | | | | | шт./м$^2$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | итого | |
| | всех | много-летних | всех | много-летних | всех | много-летних | всех | много-летних | всех | много-летних |
| I повторение | | | | | | | | | | |
| Горчица + клевер | 157 | 22 | 61 | 9 | 76 | 9 | 115 | 13 | 409 | 53 |
| Гречиха + клевер | 183 | 31 | 99 | 11 | 149 | 14 | 144 | 19 | 575 | 75 |
| Фацелия + клевер | 47 | 2 | 21 | 1 | 41 | 1 | 37 | 2 | 146 | 6 |
| Овес + клевер | 44 | 4 | 15 | 1 | 65 | 5 | 41 | 3 | 165 | 13 |
| Клевер беспокровно | 65 | 5 | 158 | 8 | 234 | 24 | 152 | 12 | 609 | 49 |
| II повторение | | | | | | | | | | |
| Горчица + клевер | 158 | 22 | 92 | 18 | 97 | 19 | 116 | 20 | 463 | 67 |
| Гречиха + клевер | 99 | 21 | 149 | 23 | 47 | 7 | 98 | 17 | 393 | 68 |
| Фацелия +клевер | 49 | 12 | 21 | 6 | 41 | 11 | 37 | 10 | 148 | 39 |
| Овес + клевер | 44 | 4 | 16 | 1 | 25 | — | 28 | 2 | 108 | 7 |
| Клевер беспокровно | 65 | 5 | 158 | 26 | 239 | 34 | 154 | 22 | 616 | 87 |

Окончание таблицы 5

| Культура | Засоренность посевов по повторениям, шт./0,25 м$^2$ | | | | | | | | шт./м$^2$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | итого | |
| | всех | много-летних | всех | много-летних | всех | много-летних | всех | много-летних | всех | много-летних |
| III повторение | | | | | | | | | | |
| Горчица + клевер | 103 | 11 | 125 | 13 | 171 | 26 | 133 | 17 | 532 | 67 |
| Гречиха + клевер | 229 | 28 | 163 | 17 | 89 | — | 160 | 15 | 641 | 55 |
| Фацелия + клевер | 35 | 9 | 21 | 5 | 30 | 2 | 25 | 6 | 111 | 22 |
| Овес + клевер | 25 | 4 | 6 | 1 | 9 | 1 | 13 | 2 | 53 | 8 |
| Клевер беспокровно | 58 | 5 | 85 | 8 | 78 | 8 | 74 | 7 | 295 | 28 |
| IV повторение | | | | | | | | | | |
| Горчица + клевер | 139 | 18 | 93 | 15 | 115 | 18 | 121 | 17 | 468 | 68 |
| Гречиха + клевер | 170 | 27 | 137 | 17 | 95 | 7 | 134 | 17 | 536 | 68 |
| Фацелия + клевер | 44 | 8 | 21 | 4 | 37 | 5 | 33 | 6 | 135 | 23 |
| Овес + клевер | 38 | 4 | 13 | 1 | 33 | 2 | 27 | 2 | 111 | 9 |
| Клевер беспокровно | 66 | 5 | 134 | 14 | 184 | 33 | 127 | 41 | 511 | 93 |

Это связано с двумя причинами: 1) действие гербицида неизбирательного действия на основе д. в. глифосата к моменту второго учета окончательно прекратилось; 2) покровная культура и клевер, посеянные по технологии прямого посева в первый вегетационный сезон, не смогли создать сильную конкуренцию сорнякам. В среднем, по обоим срокам наблюдения количество однолетних сорных растений было в 6–12 раз выше, чем количество многолетних.

Наибольшая засоренность посевов была отмечена на вариантах «горчица + клевер», «гречиха + клевер» и «клевер беспокровно». Здесь были распространены преимущественно однолетние сорняки. На вариантах «фацелия и овес» засоренность посевов была минимальной, как по однолетним, так и по многолетним сорнякам. За два срока наблюдения (август, через 35 дней после посева, и сентябрь, через 60 дней после посева) было показано, что овес обладает наибольшей подавляющей способностью по отношению к сорнякам.

Таким образом, по второму сроку наблюдения (17.09.2020 г.) можно сделать следующие промежуточные выводы: густота подпокровного клевера увеличилась в среднем по полю на 11 %, при этом максимальный показатель увеличения густоты клевера отмечен на варианте с горчицей. Засоренность посевов существенно возросла, за счет увеличения однолетних сорняков на 115 %. Овес и фацелия попрежнему оставались менее засоренными.

В третий (конечный) срок наблюдения развития посевов (15.10.2020 г.) был проведен учет биомассы покровных культур и подпокровного клевера. С момента посева прошло 90 дней (три месяца). Следует отметить, что в целом биомасса покровных культур и клевера была низкой из-за того, что: 1) посев был проведен не в оптимальные сроки; 2) по технологии прямого посева в Нечерноземной зоне биомасса посева в первые годы всегда снижена, по сравнению с традиционными способами обработки на основе вспашки с оборотом пласта. Все данные представлены в таблице 6.

**6. Средняя урожайность зеленой массы культур, 15.10.2020 г.**

| Культура | Урожайность, т/га | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | по повторениям | | | | средняя |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Горчица | 5,6 | 4,6 | 6,5 | 5,5 | 5,55 |
| Клевер подпокровный / горчица | 8,0 | 6,2 | 3,6 | 6,8 | 6,15 |
| Гречиха | 6,0 | 2,4 | 5,2 | 4,6 | 4,55 |
| Клевер подпокровный / гречиха | 7,0 | 5,4 | 8,2 | 8,6 | 7,30 |
| Фацелия | 10,2 | 4,6 | 8,0 | 6,2 | 7,25 |
| Клевер подпокровный / фацелия | 11,4 | 5,2 | 10,4 | 3,6 | 7,65 |
| Овес | 4,0 | 4,5 | 4,2 | 3,8 | 4,10 |
| Клевер подпокровный / овес | 6,4 | 4,0 | 4,8 | 2,2 | 4,35 |
| Клевер в чистом виде | 6,4 | 7,2 | 9,2 | 4,2 | 6,75 |

Независимо от вида покровной культуры и при выращивании беспокровным способом всходы клевера, посеянного по нулевой обработке, развивались хорошо.

На биомассу посева также оказало влияние положение точек учета в ландшафте. Наибольшая биомасса в конце вегетации была получена на вариантах: фацелия, клевер под покровом фацелии, клевер под покровом гречихи и клевер беспокровно (около 7 т/га). Минимальная биомасса была отмечена на вариантах: гречиха, овес, клевер под покровом овса. Низкую биомассу овса можно объяснить широким распространением заболевания ржавчина овса, которое встречалось на делянках с овсом практически на 100 % растений. Таким образом, несмотря

на относительно высокую густоту стояния овса по сравнению с другими культурами, биомасса на этом варианте была сформирована очень низкая.

Литература


1. Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits / R. Derpsch, T. Friedrich, A. Kassam, L. Hongwen // Int. J. Agric. Biol. Eng. – 2010. – № 3. – P. 1–25. – DOI: 10.3965/j.issn.1934-6344.2010.01.001-025.
2. Косолапов В. М., Чернявских В. И., Костенко С. И. Современное состояние и вызовы для отрасли кормопроизводства в России // Кормопроизводство. – 2022. – № 10. – С. 3–8.
3. Zhelezova S. V., Melnikov A. V., Ananiev A. A. Pros and cons of no-till technology in a long-term field experiment on sod-podzolic soil / IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – Vol. 368. – P. 7. – DOI: 10.1088/1755-1315/368/1/012055.
4. The Role of Perennial Grasses in the Accumulation of Organic Matter in Soil-Saving Agriculture / V. I. Cherniavskih, E. V. Dumacheva, M. N. Marinich, L. D. Sajfutdinova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : 2, Moscow, 17–20.06.2021. – Moscow, 2021. – P. 012056. – DOI: 10.1088/1755-1315/901/1/012056.
5. The state of gray forest soils, conditioned by microclimatic variability, in the south of the forest-steppe of the Central Russian Upland / N. S. Kukharuk, L. G. Smirnova, S. V. Kalugina [et al.] // International Journal of Green Pharmacy. – 2017. – Vol. 11, No. 3. – P. 626–630.
6. Lisetsky F. N., Vladimirov D., Cherniavskih V. Evaluation of Soil Biological Activity by a Vertical Profile and Erosion Catena // Bioscience Biotechnology Research Communications. – 2019. – Vol. 12, No. 1. – P. 7–16. – DOI: 10.21786/bbrc/12.1.2.
7. Ecological and biological features of *Phacelia tanacetifolia* benth. In various ecotopes of southern European Russia / V. I. Cherniavskih, E. V. Dumacheva, V. V. Konoplev [et al.] // EurAsian Journal of BioSciences. – 2020. – Vol. 14, No. 1. – P. 1477–1481.
8. Дридигер В. К. Ошибки при освоении технологии No-till // Земледелие. – 2016. – № 3. – С. 5–9.
9. Многолетние травы для пастбищ, газонов и рекультивации: селекция и практика / В. М. Косолапов, С. И. Костенко, Е. В. Думачева, В. И. Чернявских // Кормопроизводство. – 2022. – № 10. – С. 14–17.
10. Chernyavskikh V., Dumacheva E., Lisetskii F. Invasive activity of *Galega orientalis* Lam. in the presence of deposits in the southwestern part of the Central Russian Upland // International Journal of Environmental Studies. – 2022. – Vol. 79, No. 6. – P. 1089–1098. – DOI: 10.1080/00207233.2021.1987047.
11. Влияние разных технологий возделывания озимой пшеницы на урожайность и фитосанитарное состояние посевов (на примере полевого опыта Центра точного земледелия РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева) / С. В. Железова, Т. А. Акимов, О. О. Белошапкина, Е. В. Березовский // Агрохимия. – 2017. – № 4. – С. 72–82.
12. Полин В. Д., Смелкова И. А. Изменение сорного компонента под действием ресурсосберегающих систем обработки почвы в зернопропашном севообороте и методы борьбы с ним // Земледелие. – 2015. – № 8. – С. 29–32.
13. Твердость пахотного слоя почвы при традиционной, минимальной и нулевой обработке / С. В. Железова, А. А. Ананьев, А. И. Беленков, Т. А. Гурова // Мате-

риалы II Междунар. науч. конф. «Тенденции развития агрофизики: от актуальных проблем земледелия и растениеводства к технологиям будущего». – СПб. : ФГБНУ АФИ, 2019. – С. 67–74.
14. Blanco-Canqui H., Ruis S. J. No-tillage and soil physical environment // Geoderma. – 2018. – Vol. 326. – P. 164–200. – DOI: 10.1016/j.geoderma.2018.03.011.
15. Awada L., Lindwall C. W., Sonntag B. The development and adoption of conservation tillage systems on the Canadian Prairies // Int. Soil Water Conserv. Res. – 2014. – Vol. 2. – P. 47–65. – DOI: 10.1016/S2095-6339(15)30013-7.
16. Косолапов В. М., Чернявских В. И. Достижения ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» в изучении кормовых растений // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2023. – № 1. – С. 34–38. – DOI: 10.31857/2500-2082/2023/1/34-38.
17. Думачева Е. В., Чернявских В. И. Биоресурсный потенциал бобовых трав на меловых обнажениях и карбонатных почвах Европейской России. – Белгород : Издательский дом «Белгород», 2014. – 144 с.
18. The use of morphobiological characteristics in the selection of *Phacelia tanacetifolia* Benth / V. I. Cherniavskih, E. V. Dumacheva, A. A. Gorbacheva [et al.] // International Journal of Green Pharmacy. – 2018. – Vol. 12, No. 2. – P. 433–436. – DOI: 10.22377/ijgp.v12i02.1903.
19. Чернявских В. И., Котлярова О. Г. Многовидовые фитоценозы и продуктивность эродированных почв в агроландшафтах Центрального Черноземья : монография. – Белгород : ПОЛИТЕРРА, 2010. – 193 с.
20. Беленков А. И., Мазиров М. А., Береза Д. В. Прямой посев и его интерпретация в современном земледелии // Сельскохозяйственный журнал. – 2021. – № 55 (14). – С. 82–87.
21. Role and significance of treatment in modern farming systems / A. I. Belenkov, M. F. Mazirov, V. A. Nikolaev, S. I. Zinchenko // Toll conference Series Earth and environmental Sciece. ASAGRT 2020. – 2021. – P. 012–019.
22. Патент на селекционное достижение № 10288. Фацелия *Phacelia tanacetifolia* Benth. Дана : № 8153043 : заявл. 15.08.2018 / Е. В. Думачева, В. И. Чернявских ; заявитель Чернявских Владимир Иванович.

## PARTICIPATION OF CLOVER COVER CROPS IN THE IMPLEMENTATION OF DIRECT SOWING TECHNOLOGY IN THE CENTRAL REGION OF THE NON-CHERNOZEMZ ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION

**A. I. Belenkov, S. V. Zhelezova,**
**A. V. Melnikov, N. N. Lazarev**

*The selection of cover crops for clover when cultivating them using zero tillage allowed us to draw some preliminary conclusions. The largest number of cover crop inputs was noted on the mustard and oat varieties, the smallest — on the buckwheat and phacelia varieties; therefore, buckwheat and phacelia do not germinate well when sowed using no-till technology. In all variants of the experiment, high weediness of crops was noted, when the number of weeds at the beginning of the growing season exceeded the economic thresholds of harmfulness, and the use of herbicide during the growing season was not provided for in this experiment, since all crops, with the exception of oats, are sensitive. For clover, at the end of the entire season, the highest biomass was noted in the variants under the cover of phacelia, buckwheat and without cover, where competition is minimal.*
**Keywords:** *direct sowing, cover crops, clover, technology, productivity, efficiency, result.*

УДК 631.461.52
DOI: https://doi.org/10.33814/MAK-2023-32-80-34-44

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИМБИОЗА НОВЫХ ШТАММОВ КЛУБЕНЬКОВЫХ БАКТЕРИЙ С ЛЮЦЕРНОЙ ИЗМЕНЧИВОЙ

**А. А. Ионов**
**Г. В. Степанова,** кандидат сельскохозяйственных наук

*ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса», г. Лобня Московской обл., Россия,*
*ionov-aleksei18@mail.ru*

*Созданы три активных штамма клубеньковых бактерий, предпосевная инокуляция которыми повысила продуктивность растений люцерны сорта Таисия в среднем за шесть циклов учетов на 23–34 %. Штаммы I и IV, выделенные из клубеньков люцерны изменчивой, увеличивали продуктивность инокулированных растений люцерны по укосам на 11–55 и 32–56 %. Выявлена толерантность штамма IV к сравнительно высокой температуре воздуха и субстрата (30–34 ºС). Эффективность симбиоза со штаммом II, выделенным из клубеньков донника белого, была по укосам в пределах 17–51 %. Отмечена негативная реакция штамма II на увеличение температуры воздуха и субстрата выше 28–30 ºС.*
**Ключевые слова:** *вегетационный опыт, клубеньковые бактерии, люцерна изменчивая, высота растений, сухое вещество, эффективность симбиоза.*

Применение биопрепаратов клубеньковых бактерий сегодня является одним из наиболее дешевых и экологичных методов, направленных на удовлетворение потребности бобовых растений в азотном питании [1].

Научно доказано, что предпосевная инокуляция семян азотфиксирующими микроорганизмами способствует увеличению урожайности по зеленой массе и семенам, повышению качества кормовой массы, оказывает влияние на быстроту отрастания растений бобовых культур после укосов и периода зимнего покоя [2–5].

Для обработки семян бобовых культур применяются препараты, созданные на основе видоспецифичных штаммов клубеньковых бактерий. Основным препаратом для обработки семян бобовых культур является Ризоторфин [6; 7]. Для инокуляции семян люцерны в большинстве случаев используют препараты на основе клубеньковых бактерий вида *Sinorhizobium meliloti* [8; 9].

Однако постоянное выращивание бактерий на питательной среде для создания биопрепаратов и многократный пересев способствуют постепенной потере генетической стабильности, вследствие чего теряются симбиотрофные гены. Также бактерии *S. meliloti*, при долгом отсутствии макросимбионта или в неблагоприятных условиях, способны переходить в покоящиеся формы [10; 11]. Поэтому многими учеными

проводятся поисковые исследования, направленные на выявление наиболее эффективных штаммов [12–14].

В настоящее время в качестве производственного штамма для инокуляции семян люцерны наиболее часто используют штамм клубеньковых бактерий 415б, созданный во ВНИИСХМ (г. Санкт-Петербург). Однако в последние годы довольно часто появляются сообщения о низкой эффективности этого штамма, и как следствие — снижение продуктивности растений люцерны, инокулированных им [15–17].

Учитывая вышесказанное, сохраняется актуальность создания новых штаммов клубеньковых бактерий, несмотря на то, что уже создано большое количество активных штаммов в разных научных учреждениях. Необходимость в новых высококонкурентных активных штаммах клубеньковых бактерий возрастает в связи с успехами селекции и продвижением люцерны в новые зоны возделывания. Следовательно, необходимо продолжать исследования по созданию более эффективных штаммов клубеньковых бактерий.

**Цель исследования:** оценить четыре новых штамма клубеньковых бактерий по эффективности симбиоза с люцерной изменчивой сорта Таисия.

**Задачи исследования:**

1. Выделить новые штаммы клубеньковых бактерий из клубеньков люцерны изменчивой и донника;

2. Оценить новые штаммы по эффективности симбиоза с растениями люцерны изменчивой сорта Таисия в частично контролируемых условиях селекционно-тепличного комплекса при разных температурных режимах выращивания;

3. Проанализировать полученные результаты.

**Материалы и методы.** Исследования проводили в селекционно-тепличном комплексе ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» в 2021–2023 гг. В качестве макросимбионта использовали сорт люцерны изменчивой Таисия. Микросимбионтами были клубеньковые бактерии *S. meliloti,* представленные штаммами:

415б — производственный штамм, полученный в виде чистой культуры из ВНИИСХМ;

I — выделен из клубеньков растений люцерны изменчивой;

II — выделен из клубеньков растений донника белого;

III — смыт с семян люцерны посевной европейского происхождения;

IV — выделен из клубеньков растений люцерны изменчивой.

Опыт заложен 11 октября 2021 г. в оранжерее селекционно-тепличного комплекса (СТК) ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» с частично контролируемыми условиями выращивания. Освещение естествен-

ное, солнечный свет поступает через стеклянную крышу оранжереи. Температурный режим частично контролируется подогревом воздуха в холодное время года и вентиляцией в жаркие летние дни. В осенне-зимний период (ноябрь–февраль) температуру воздуха поддерживают на уровне +5–10 ºС. По мере понижения внешней температуры воздуха, в оранжерее температуру воздуха повышают: в марте до +10–15 ºС, в апреле до +15–20, мае–сентябре до +20–25, октябре до +15–20 ºС. Это относится к пасмурной погоде. В солнечные дни воздух в оранжерее и субстрат в сосудах прогреваются до более высоких значений. На рисунке 1 показана динамика температуры воздуха в оранжерее в 2022 г.

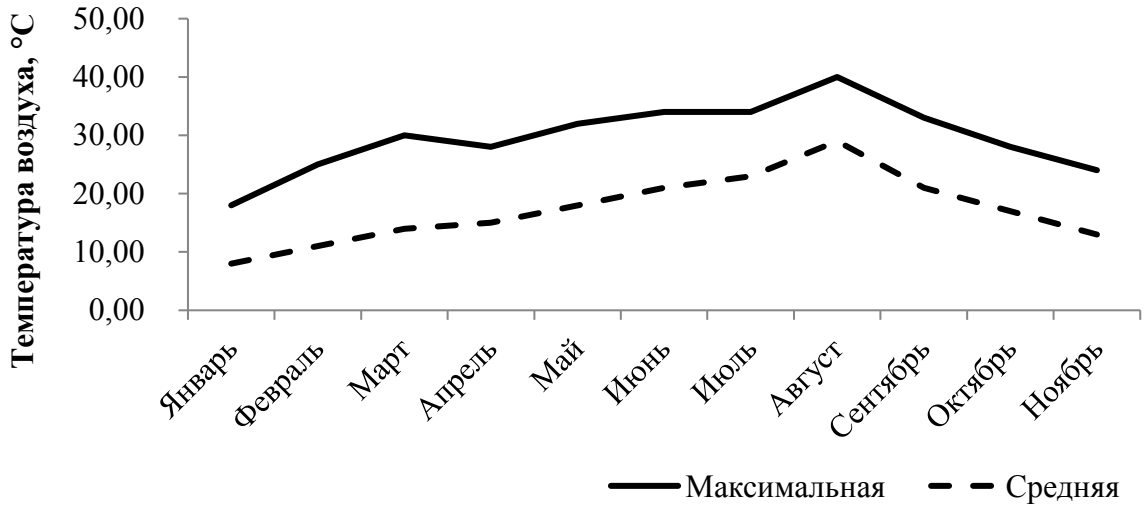



**Рис. 1. Температура воздуха в оранжерее, 2022 г.**

Средняя температура воздуха в феврале–апреле и октябре–ноябре 2022 г. в оранжерее была в пределах +10–15 ºС, это температура, при которой люцерна нормально растет и развивается. В теплое время года (май–сентябрь) средняя температура возрастала до +18–25 ºС. Это наиболее благоприятная температура для роста и развития растений люцерны и формирования эффективного симбиоза с клубеньковыми бактериями. Однако в солнечные дни температура воздуха поднималась до +30–40 ºС и держалась на таком уровне в течение шести–восьми часов (рис. 1).

Для растений люцерны такое повышение температуры не опасно. Влияние высокой температуры воздуха на разные штаммы клубеньковых бактерий предстоит выяснить.

Штаммы I–IV были выделены по общепринятой методике [18].

Перед посевом семена люцерны инокулировали методом замачивания в суспензии микроорганизмов на фильтровальной бумаге. Контроль — вариант без инокуляции. Семена были посеяны в пластиковые

стаканы объемом 0,5 л с отверстием в донной плоскости, наполненные почвой с полевого участка. Кислотность почвы по раствору хлорида калия составляет 5,31, содержание гумуса — 2,29 %, содержание общего азота — 0,13 %, фосфора ($P_2O_5$) — 28,47 мг/100 г и калия ($K_2O$) — 20,20 мг/100 г. Продуктивность растений люцерны определяли укосным методом: срезали растения по достижению фазы «начало цветения». Первое отчуждение травостоя провели 25 марта 2022 г. в фазу стеблевания. Перед срезанием растений измеряли их высоту.

**Обсуждение результатов.** За период проведения исследования было сделано шесть укосов. Опыт заложили 11 октября 2021 г. Всходы появились на пятый день после посева. До 15 ноября 2021 г. сформировалось четыре–пять настоящих листьев, после чего растения люцерны вступили в период зимнего покоя. Весеннее отрастание растений люцерны началось во второй декаде февраля 2022 г. при увеличении длины светового дня до 9 часов 30 минут. Травостой, пригодный для учета, сформировался к третьей декаде марта. Первый укос провели 25 марта, через 164 дня после посева. Травостой первого укоса после периода зимнего покоя формировался 40 дней, средняя высота растений люцерны разных вариантов инокуляции составила 17,7–21,9 см (табл. 1).

**1. Высота растений (см) люцерны изменчивой сорта Таисия**

| Дата укоса | Без инокуляции | Штамм ризобий | | | | | $НСР_{05}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 415б | I | II | III | IV | |
| 25.03.2022 | 18,4 | 18,5 | 20,4 | 17,7 | 21,3 | 21,9 | 2,8 |
| 13.05.2022 | 25,1 | 26,9 | 29,7 | 32,2 | 24,6 | 31,8 | 5,1 |
| 16.06.2022 | 35,9 | 33,6 | 35,6 | 41,5 | 31,7 | 39,9 | 5,5 |
| 14.07.2022 | 28,7 | 33,9 | 32,9 | 34,2 | 26,7 | 34,9 | 3,6 |
| 06.09.2022 | 28,3 | 28,9 | 31,3 | 35,0 | 26,6 | 37,9 | 3,6 |
| 08.11.2022 | 20,0 | 22,3 | 19,3 | 19,3 | 20,0 | 19,6 | 3,7 |
| Среднее за 6 укосов | 26,1 | 27,4 | 28,2 | 30,0 | 25,2 | 31,0 | — |

Период от первого до второго укоса составил 51 день, высота растений к моменту укоса была 24,6–32,2 см. В третьем и четвертом укосах высота растений достигала 31,7–41,5 и 26,7–34,9 см, продолжительность периода формирования травостоя 34 и 28 дней соответственно. Дальнейшее увеличение временного промежутка между пятым и шестым укосами связанно с сокращением длины светового дня. Травостой пятого укоса формировался в течение 53 дней, а шестого — 63 дня. Высота растений люцерны составила 26,6–37,9 и 19,3–22,3 см соответственно (табл. 1).

Установлено, что высота растений люцерны, инокулированных штаммами II и IV, в четырех из шести циклов испытаний сорто-микробных систем была существенно, на 5,5–7,1 ($НСР_{05}$ = 3,6–5,5 см) и 3,5–9,6 см ($НСР_{05}$ = 2,8–5,1 см), выше по сравнению с растениями люцерны в варианте без инокуляции. Растения вышеназванных комбинаций были также выше по сравнению с растениями в варианте с инокуляцией производственным штаммом 415б. Как следствие, средняя высота растений растительно-микробных систем «сорт Таисия + штамм II» и «сорт Таисия + штамм IV» достигла 30,0 и 31,0 см против 26,1 см у растений контроля и 27,4 см растений в варианте инокуляции штаммом 415б. Хорошие результаты по высоте растений также отмечены при инокуляции сорта Таисия штаммом I (табл. 1).

Более важным показателем, чем высота растений, характеризующим эффективность симбиотических растительно-микробных взаимодействий является продуктивность растений по сухому веществу. Выше было показано, что инокуляция штаммами I, II и IV существенно усиливала рост растений. Инокуляция этими штаммами также существенно увеличивала и массу сухого вещества надземной части растений люцерны. Сорто-микробные системы со штаммом II были существенно, на 0,15–0,37 г, со штаммом IV — на 0,20–0,60 г, а со штаммом I — на 0,18–0,58 г/растение сухого вещества продуктивнее растений люцерны в контроле (варианте без инокуляции) (табл. 2).

**2. Продуктивность растений люцерны изменчивой сорта Таисия, сухое вещество, г/растение**

| Дата укоса | Без инокуляции | Штамм ризобий | | | | | $НСР_{05}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 415б | I | II | III | IV | |
| 25.03.2022 | 0,45 | 0,43 | 0,63 | 0,44 | 0,50 | 0,70 | 0,08 |
| 13.05.2022 | 0,73 | 0,73 | 1,13 | 1,10 | 0,70 | 1,10 | 0,15 |
| 16.06.2022 | 1,35 | 1,00 | 1,50 | 1,63 | 1,20 | 1,38 | 0,23 |
| 14.07.2022 | 1,15 | 1,20 | 1,73 | 1,35 | 1,15 | 1,68 | 0,16 |
| 06.09.2022 | 1,58 | 1,23 | 1,65 | 1,93 | 1,35 | 2,18 | 0,18 |
| 08.11.2022 | 0,63 | 0,55 | 0,88 | 0,78 | 0,60 | 0,83 | 0,15 |
| Среднее за 6 укосов | 0,98 | 0,86 | 1,25 | 1,21 | 0,92 | 1,31 | — |
| Эффективность симбиоза, % | 0 | –12 | +28 | +23 | –6 | +34 | — |
| | +14 | 0 | +45 | +41 | +7 | +52 | |

На рисунке 2 показана эффективность симбиоза растений люцерны сорта Таисия с новыми активными штаммами клубеньковых бактерий по циклам учета. Инокуляция штаммом I, выделенным из клубеньков люцерны изменчивой, повысила продуктивность растений люцерны сорта Таисия в среднем на 28 % за шесть циклов пользования.

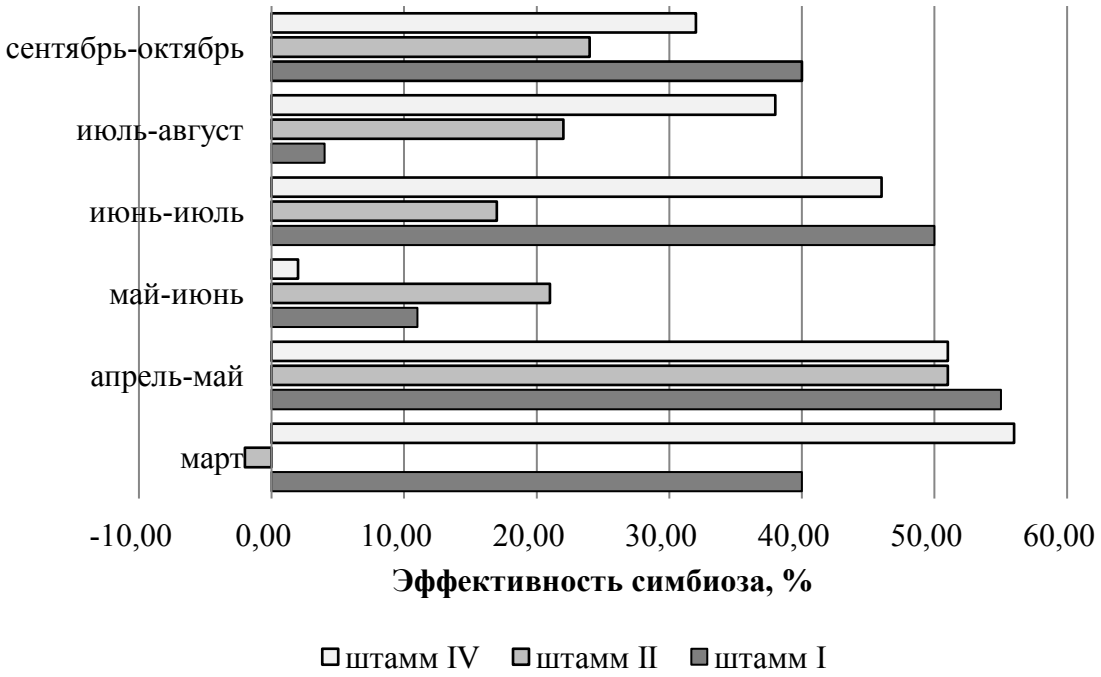



**Рис. 2. Эффективность симбиоза растений люцерны изменчивой сорта Таисия с новыми активными штаммами ризобий**

Известно, что после каждого удаления надземной части растений, а также после каждого периода зимнего покоя, клубеньки на корнях отмирают, а потом, по мере формирования ассимилирующей поверхности бобового растения, начинают формироваться и расти заново. Причем в условиях поля новые клубеньки образуют не только штаммы, которыми инокулировали семена перед посевом, но также спонтанные штаммы почвенного пула [19; 20]. Интересно исследовать, как этот процесс происходит в замкнутом пространстве вегетационных сосудов.

Лучшие температурные условия для азотфиксирующей деятельности клубеньковых бактерий в СТК были в апреле–мае и июне–июле. В этот период эффективность симбиоза растений люцерны со штаммом I достигала 55 и 50 %. Примерно одинаковый температурный режим отмечен в марте и сентябре–октябре. В этот период эффективность симбиоза люцерно-ризобиальных систем со штаммом I составила 40 %. В июле–августе температура воздуха в оранжерее превышала +35 ºС, а эффективность симбиоза была только 4 % (рис. 2).

Таким образом, эффективность симбиоза растений люцерны сорта Таисия со штаммом I, выделенным из клубеньков люцерны изменчивой зависела от температуры воздуха и субстрата. Сделать однозначное заключение, снижается ли эффективность симбиоза от первого к последующим отчуждениям надземной части растений пока невозможно. Надо набрать больше данных, обязательно включить опыты, в которых оценка симбиоза проводится в течение двух–трех сезонов.

Штамм II, выделенный из клубеньков донника белого, немного уступал по средней эффективности симбиоза (23 %) первому штамму. Максимальная эффективность симбиоза была отмечена в апреле–мае (51 %). В следующие четыре цикла использования (с мая по октябрь) в варианте инокуляции штаммом II прибавка продуктивности была на уровне 17–24 % (рис. 2).

По-видимому, штамм II негативно относится к повышению температуры воздуха и субстрата выше +28–30 ºС.

Штамм IV, выделенный из клубеньков люцерны изменчивой, оказался наиболее эффективным для инокуляции люцерны изменчивой сорта Таисия. Средняя эффективность симбиоза за шесть циклов пользования составила 34 %, в марте и апреле–мае эффективность симбиоза достигала 56 и 51 %. По не выясненной причине в третьем цикле было падение эффективности симбиоза до 2 %, но в последующие три цикла эффективность вернулась к высоким значениям (32–46 %), характерным для штамма IV (рис. 2).

В течение вегетационного сезона эффективность симбиоза люцерно-ризобиальной системы «сорт Таисия + штамм IV» постепенно снижалась от 56 % в первом укосе, 51 % во втором, 46 % в четвертом, 38 % в пятом и 32 % в шестом (рис. 2). Следовательно, штамм IV обладает толерантностью к изменениям температуры воздуха и субстрата, но у него прослеживается выраженное снижение эффективности симбиоза от первого к последующим отчуждениям травостоя. По-видимому, у этого штамма конкурентная способность недостаточно высокая. Это заключение также требует дальнейшей проверки.

Продуктивность растений в варианте с инокуляцией производственным штаммом 415б весной и осенью была в пределах ошибки опыта на уровне варианта без инокуляции, а летом (в июне–августе) существенно, на 0,35 г (на –22…–24 %) уступала продуктивности неинокулированных растений (табл. 2, рис. 3).

По-видимому, этот штамм утратил симбиогены и не может использоваться ни в качестве производственного штамма, ни штамма-контроля.

Штамм III, смытый с семян люцерны посевной зарубежного происхождения, только в первом укосе в марте обеспечил 11%-ную при-

бавку продуктивности растений люцерны. В остальных циклах использования продуктивность растений люцерны была на 4–11 % ниже продуктивности в контроле, однако эти отклонения находятся в пределах ошибки опыта. В июле–августе, в условиях наиболее высокой температуры воздуха в оранжерее, продуктивность инокулированных растений существенно снизилась — на 15 % (табл. 2, рис. 3). По-видимому, у этого штамма также отсутствуют симбиогены.

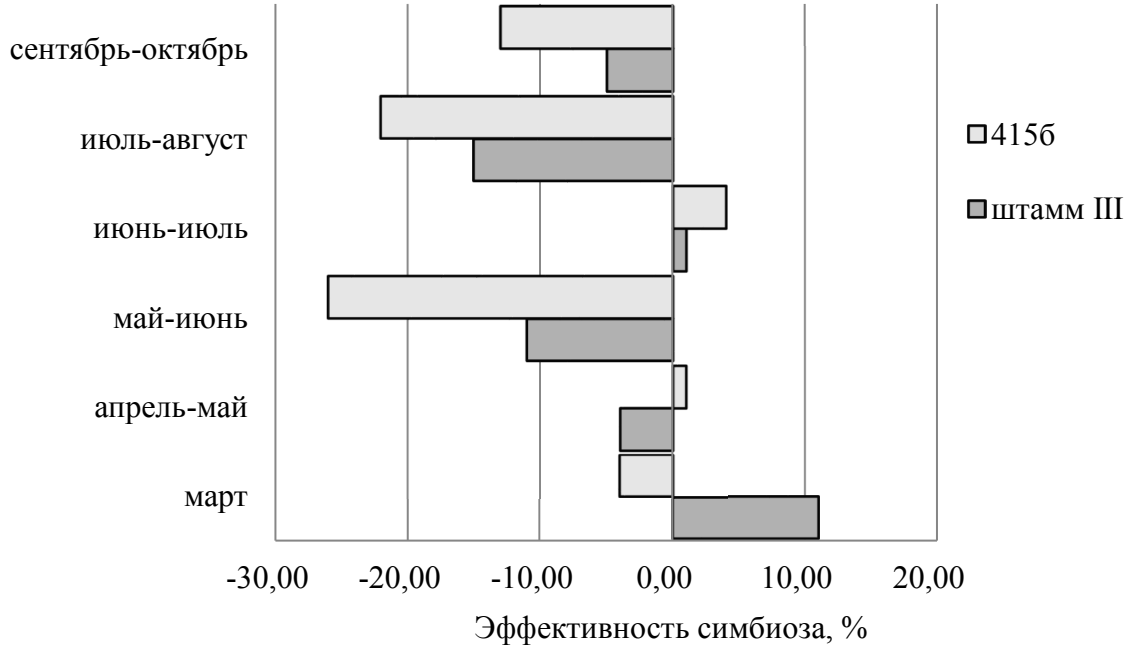



**Рис. 3. Эффективность симбиоза растений люцерны изменчивой сорта Таисия с неактивными штаммами ризобий, вегетационный опыт.**

Высота растений является косвенным, наиболее тесно связанным с продуктивностью растений признаком. В основном по высоте растений проводят визуальную оценку мощности травостоя.

Корреляционно-регрессионный анализ зависимости продуктивности растений люцерны от их высоты выявил статистически существенные ($t_r > t_{05}$) связи (табл. 3).

Установлено, что независимо от уровня эффективности симбиоза наблюдается статистически значимая, положительная, близкая к линейной корреляционная связь высоты растений с их продуктивностью.

Коэффициенты корреляции были в пределах $0{,}81 \pm 0{,}26$–$0{,}89 \pm 0{,}21$, критерии существенности $t_r = 2{,}9$–$4{,}2 > t_{05} = 2{,}8$. Коэффициенты регрессии равнялись $0{,}05 \pm 0{,}01$ – $0{,}07 \pm 0{,}02$, то есть увеличение высоты растений на 1 см увеличивало продуктивность растений на 0,04–0,09 г. Следовательно, высоту растений люцерны сорта Таисия в

вегетационном опыте можно использовать как надежный показатель для быстрой оценки эффективности люцерно-ризобиальных систем.

**3. Корреляционная связь между высотой растений люцерны изменчивой сорта Таисия и их продуктивностью, инокуляция разными штаммами клубеньковых бактерий**

| Вариант инокуляции | Среднее | | Коэффициенты | | Фактический критерий существенности, $t_r$ |
|---|---|---|---|---|---|
| | высота, см | сухое вещество, г/растение | корреляции | регрессии | |
| Таисия (контроль) | 26,1 | 0,98 | 0,83 ± 0,24 | 0,06 ± 0,01 | 3,3 |
| Таисия + 415б | 27,4 | 0,86 | 0,89 ± 0,21 | 0,05 ± 0,01 | 4,2 |
| Таисия + штамм I | 28,2 | 1,25 | 0,88 ± 0,21 | 0,06 ± 0,01 | 4,2 |
| Таисия + штамм II | 30,0 | 1,19 | 0,88 ± 0,21 | 0,05 ± 0,01 | 4,2 |
| Таисия + штамм III | 25,2 | 0,92 | 0,82 ± 0,26 | 0,07 ± 0,02 | 3,2 |
| Таисия + штамм IV | 31,0 | 1,31 | 0,81 ± 0,26 | 0,05 ± 0,02 | 3,1 |
| Среднее по всем симбиотическим системам | 28,0 | 1,09 | 0,82 ± 0,29 | 0,07 ± 0,02 | 2,9 |

*Примечание: теоретические критерии существенности: $t_{05} = 2,8$; $t_{01} = 4,6$*

## Заключение.

1. Созданы три активных штамма клубеньковых бактерий, предпосевная инокуляция которыми повышает продуктивность растений люцерны сорта Таисия в среднем на 23–34 %.
2. Штаммы I и IV, выделенные из клубеньков люцерны изменчивой, увеличивали продуктивность инокулированных растений люцерны по укосам на 11–55 и 32–56 %, а штамм II, выделенный из клубеньков донника белого, обеспечил эффективность симбиоза с растениями люцерны по укосам в пределах 17–51 %.
3. Выявлена толерантность штамма IV к сравнительно высокой температуре воздуха и субстрата (+30–34 ºС), у штамма II — негативная реакция на увеличение температуры воздуха и субстрата выше +28–30 ºС.
4. В сорто-ризобиальных симбиотических системах выявлена положительная, высокая, линейная корреляционная зависимость продуктивности растений люцерны от их высоты (r = 0,81 ± 0,26–0,89 ± 0,21).

Литература

1. Arora N. K., Verma M., Mishra J. Rhizobial bioformulations: past, present and future // Rhizotrophs: Plant growth promotion to bioremediation. – Springer, Singapore, 2017. – P. 69–99.

2. Степанова Г. В. Влияние предпосевной инокуляции бактериальными препаратами на семенную продуктивность люцерны // Аграрная наука – сельскому хозяйству : сб. материалов XIV Междунар. науч.-практ. конф. В 2-х книгах. Барнаул, 07–08 февраля 2019 года. – Барнаул : Алтайский государственный аграрный университет, 2019. – С. 251–252.
3. Тукмачева Е. В. Влияние инокуляции семян ризоагрином на направленность почвенных процессов ризосферы озимой пшеницы // Пища. Экология. Качество : труды XVII Междунар. науч.-практ. конф., Новосибирск, 18–19 ноября 2020 года. – Екатеринбург : Уральский государственный экономический университет, 2020. – С. 660–662.
4. Эффективность использования биопрепаратов при возделывании многолетних бобовых трав / Т. Н. Дронова, Н. И. Бурцева, О. И. Двойникова [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2021. – № 2(62). – С. 41–50. – DOI: 10.32786/2071-9485-2021-02-04.
5. Яковлева М. Т., Борисова В. Б. Эффективность местных штаммов клубеньковых бактерий на продуктивность люцерны // International Agricultural Journal. – 2021. – Т. 64. – № 5. – DOI: 10.24412/2588-0209-2021-10372.
6. Завалин А. А. Биопрепараты, удобрения и урожай. – М. : Изд-во ВНИИА, 2005. – 302 с.
7. Биопрепараты в сельском хозяйстве: методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве / И. А. Тихонович, А. П. Кожемяков, В. К. Чеботарь [и др.]. – М. : Россельхозакадемия, 2005. — 153 с.
8. Степанова Г. В. Создание сортов люцерны изменчивой нового поколения с высокой азотфиксирующей способностью // Материалы XXII междунар. симпозиума «Охрана биосферы. Эниология. Нетрадиционное растениеводство. Экология и медицина». – Алушта : Форма, 2013. – С. 240–243.
9. Научные основы селекции и семеноводства многолетних трав в Центрально-Черноземном регионе России / С. В. Сапрыкин, В. Н. Золотарев, И. С. Иванов [и др.]. – Воронеж : Воронежская областная типография, 2020. – 496 с.
10. Покоящиеся формы *Sinorhizobium meliloti* / Н. Г. Лойко, Н. А. Кряжевских, Н. Е. Сузина [и др.] // Микробиология. – 2011. – Т. 80. – № 4. – С. 465–476.
11. Румянцева М. Л. Клубеньковые бактерии: перспективы мониторинга симбиотических свойств и стрессоустойчивости с использованием генетических маркеров // Сельскохозяйственная биология. – 2019. – Т. 54. – № 5. – С. 847–862. – DOI: 10.15389/agrobiology.2019.5.847rus.
12. Агротехнологические основы создания усовершенствованных форм микробных биопрепаратов для земледелия / А. П. Кожемяков, Ю. В. Лактионов, Т. А. Попова [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2015. – № 3. – С. 369–376.
13. Разработка препаратов на основе клубеньковых бактерий / А. А. Калинин, Л. В. Трефилова, А. Л. Ковина, Д. С. Давидюк // Перспективы использования инновационных форм удобрений, средств защиты и регуляторов роста растений в агротехнологиях сельскохозяйственных культур : Материалы докл. участников 9-ой науч.-практ. конф. «Анапа-2016», Анапа, 19–23 сентября 2016 года / Под ред. В. Г. Сычева. – Анапа : Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д. Н. Прянишникова, 2016. – С. 79–81.

14. Morgun V. V., Kots S. Y. Development of Effective Strains of Nodule Bacteria and Microbial Preparations Based on Them // Science and Innovation. – 2021. – T. 17. – №. 2. – P. 39–49.
15. Спиридонов А. М. Влияние инокуляции и сортового разнообразия на семенную продуктивность люцерны // Современное научное знание: теория, методология, практика : Сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф.: в 3-х частях, Смоленск, 30 декабря 2015 года / ООО «НОВАЛЕНСО». Часть 1. – Смоленск : Общество с ограниченной ответственностью «НОВАЛЕНСО», 2016. – С. 50–52.
16. Шкодина Е. П. Способы повышения продуктивности кормовых агрофитоценозов // Пути реализации Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы : Материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию Курганской области, с. Лесниково, Кетовский район, Курганская обл., 19–20 апреля 2018 года / Под общей ред. С. Ф. Сухановой. – Лесниково : Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т. С. Мальцева, 2018. – С. 995–999.
17. Орлова А. Г., Рапина О. Г. Возделывание люцерны изменчивой на разных типах почв при применении клубеньковых бактерий в условиях Ленинградской области // Современное состояние и перспективы развития лугового кормопроизводства в XXI веке : материалы науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию доктора с.-х. наук И. П. Лепковича, Санкт-Петербург – Пушкин, 18–19 июня 2018 года. – Санкт-Петербург – Пушкин : Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2018. – С. 73–77.
18. Теппер Е. З., Шильникова В. К., Переверзева Г. И. Практикум по микробиологии. – М. : Агропромиздат. 1987. – 240 с.
19. Генетика симбиотической азотфиксации с основами селекции / Под ред. И. А. Тихоновича, Н. А. Проворова. – СПб. : Наука, 1988. –195 с. – ISBN 5-02-026095-9.
20. Степанова Г. В. Результаты симбиотической селекции люцерны // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2023. – Т. 53, № 1. – С. 14–22. – DOI: 10.26898/0370-8799-2023-1-2.

## EFFICIENCY OF SYMBIOSIS OF NEW STRAINS OF NODULE BACTERIA WITH ALFALFA VARIABLE

**A. A. Ionov, G. V. Stepanova**

*Three active strains of nodule bacteria were created Pre-sowing inoculation with these strains increased the productivity of alfalfa plants of the Taisiya variety by an average of 23–34 % over six accounting cycles. Strains I and IV isolated from the nodules of variable alfalfa increased the productivity of inoculated alfalfa plants by 11–55 and 32–56 percent. It was found that strain IV is relatively tolerant to high air and substrate temperatures (30–34 ºC). The effectiveness of symbiosis with strain II isolated from the nodules of the melilot white was in the range of 17–51 % by mowing. A negative reaction of strain II to an increase in air and substrate temperature above 28–30 ºC was noted.*
**Keywords:** *vegetation experience, nodule bacteria, alfalfa changeable, plant height, dry matter, symbiosis efficiency.*

УДК 633.367.2
DOI: https://doi.org/10.33814/MAK-2023-32-80-45-51

# АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО НА ЗЕЛЕНЫЙ КОРМ

**С. А. Емелев,** кандидат сельскохозяйственных наук
**Е. С. Лыбенко,** кандидат сельскохозяйственных наук

*ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия,*
*emeleffsergej@yandex.ru*

*Проведена агроэкологическая оценка выращивания малоалкалоидных сортов люпина узколистного на зеленый корм в условиях Кировской области. Установлено, что наиболее урожайными по зеленой массе оказались сорта Белорозовый 144 (75,0 т/га) и Брянский кормовой (71,4 т/га). Среднее содержание сухого вещества у сортов люпина узколистного составило 16,7 %, что ниже контролей на 10,8 и 6,8 % соответственно. По результатам анализа на содержание сырого протеина в зеленой массе бобовых культур установлено, что у сортов люпина этот показатель выше на 19–34 %, чем у гороха сорта Указ. По сравнению с горохом Указ более высоким коэффициентом энергоэффективности обладает сорт Белорозовый 144 (3,9). У сорта Брянский кормовой этот показатель находится на уровне гороха (3,8). Эти два сорта вполне можно рекомендовать для увеличения доли однолетних бобовых культур в севообороте.*
**Ключевые слова:** *зернобобовые культуры, люпин узколистный, зеленый корм, агроэкологическая оценка.*

Кировская область входит в десятку регионов, лидирующих по производству молока. Между объемом получаемой продукции и качеством кормов прослеживается четкая положительная корреляция [1; 2]. Чем выше качество кормов, чем более сбалансирован их состав, тем выше уровень молочной продуктивности. Рацион дойных коров должен быть составлен с учетом их потребностей и физиологического состояния. Несбалансированность кормов является одной из причин, влияющих на объем и качество продукции [3].

При недостаточном содержании в кормах белка снижается молочная продуктивность, ухудшается качество продукции, возрастает ее себестоимость и расход кормов. Решить проблему нехватки протеина можно путем увеличения в рационах доли высокобелковых кормов. Такими кормами могут стать бобовые культуры. Содержание в них белка превышает содержание у злаков в 2–3 раза.

В Кировской области основными однолетними бобовыми культурами являются горох полевой и вика яровая. Ресурсом увеличения содержания однолетних бобовых в структуре посевных площадей может стать люпин узколистный [4; 5; 6]. Люпин узколистный — культура

многостороннего использования. Семена используются как ценное сырье для кормления животных, а также в пищевой промышленности. Семена и зеленая масса люпина содержат достаточное количество белка, аминокислотный состав которого близок с соей. Общее содержание белка в зерне люпина достигает 33–37 %, а зеленая масса содержит его 18–22 %. Протеин люпина богат лейцином, лизином, валином, тирозином и фенилаланином.

Ограничением в распространении люпина как кормового и пищевого продукта является содержание алкалоидов в частях его растения. Эти вещества в больших количествах оказывают токсическое действие на организм теплокровных животных и человека [7; 8]. Решением этой проблемы стало выведение сортов с пониженным содержанием алкалоидов — 0,02–0,05 % в зерне и 0,01–0,04 % в зеленой массе в расчете на сухое вещество. Сорта малоалкалоидной группы являются пригодными для использования на кормовые цели. Изучение адаптационной способности таких сортов и их агроэкологическая оценка являются актуальным направлением исследований.

Цель исследований — агроэкологическая оценка возделывания малоалкалоидных сортов люпина узколистного на зеленую массу в условиях Кировской области.

Задачи исследований:

1. Оценка сортов люпина узколистного по урожайности зеленой массы.

2. Анализ содержания сухого вещества у сортов люпина узколистного.

3. Сравнение коэффициентов энергетической эффективности возделывания различных сортов люпина узколистного.

Объекты и методы исследований. Полевые опыты заложены в ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ на базе Агротехнопарка. Учетная площадь делянки составила 4,5 м$^2$, повторность четырехкратная [9]. Почвы участка дерново-среднеподзолистые, среднесуглинистые, слабокислые, средней степени обеспеченности подвижным фосфором и обменным калием. Предшественник — яровой рапс на семена. Обработка почвы типичная для региона. Расположение делянок систематическое. Норма высева — 1,3 млн всхожих семян на 1 га. Способ посева рядовой с междурядьями 15 см. Глубина заделки семян составила 4–5 см [9]. Уборка на зеленую массу проведена в конце первой декады июля.

Материал для исследования — малоалкалоидные сорта люпина узколистного селекции ВНИИ люпина – филиала ФГБНУ «ФНЦ кормопроизводства и агроэкологии им. В. Р. Вильямса»: Витязь, Брянский кормовой, Белорозовый 144, Снежеть, Белозерный 110, Узколистный 53.

В качестве контроля использован горох посевной сорта Указ и горох полевой сорта Рябчик, так как эти культуры занимают значительные площади в Кировской области и являются одним из источников получения растительного белка как в чистом виде, так и в смесях со злаковым компонентом.

В среднем полевая всхожесть сортов люпина узколистного составила 96–98 %, что является достаточно высоким показателем и соответствует требованиям. Это свидетельствует о наличии достаточно благоприятных условий в период «посев–всходы» [10; 11].

При сравнении урожайности укосной массы люпина узколистного с укосной массой традиционных зернобобовых культур (горох, пелюшка) (табл. 1) отмечена существенная достоверная прибавка у всех рассматриваемых сортов этой культуры на 31–92 %.

**1. Урожайность вегетативной массы (зеленой) сортов зернобобовых, т/га**

| Сорт | Среднее, т/га | ± к сорту Указ | | ± к сорту Рябчик | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | т/га | % | т/га | % |
| Указ (горох) | 44,6 | 0,0 | 0 | 5,6 | 14 |
| Витязь | 68,2 | 23,6 | 53 | 29,2 | 75 |
| Брянский кормовой | 71,4 | 26,8 | 60 | 32,4 | 83 |
| Белорозовый 144 | 75,0 | 30,4 | 68 | 36,0 | 92 |
| Снежеть | 65,5 | 20,9 | 47 | 26,5 | 68 |
| Белозерный 110 | 61,1 | 16,5 | 37 | 22,1 | 57 |
| Узколистный 53 | 58,3 | 13,7 | 31 | 19,3 | 49 |
| Рябчик (пелюшка) | 39,0 | –5,6 | –13 | 0,0 | 0 |
| $НСР_{05}$ | 4,4 | | | | |
| $НСР_{01}$ | 5,8 | | | | |

Наиболее урожайными по зеленой массе оказались сорта Белорозовый 144 (75,0 т/га) и Брянский кормовой (71,4 т/га). Наименьший уровень урожайности получен у сорта Узколистный 53 (58,3 т/га), но даже это значение превышает показатели гороха Указ на 31 %, а Рябчика — на 49 %.

Анализ высоты растений различных сортов зернобобовых в период уборки на зеленую массу показал, что большинство сортов люпина ниже сорта-контроля Указ (65 см) на 6–17 % (рис. 1).

Высота достоверно ниже гороха посевного Указ более чем на 15 % отмечена у сортов Снежеть и Узколистный 53. Исключение составил сорт Белорозовый 144, превышающий значение высоты стандарта на 7,8 %. Контроль (сорт Рябчик) оказался выше стандарта почти на 40,5 % и достиг высоты 91,3 см.

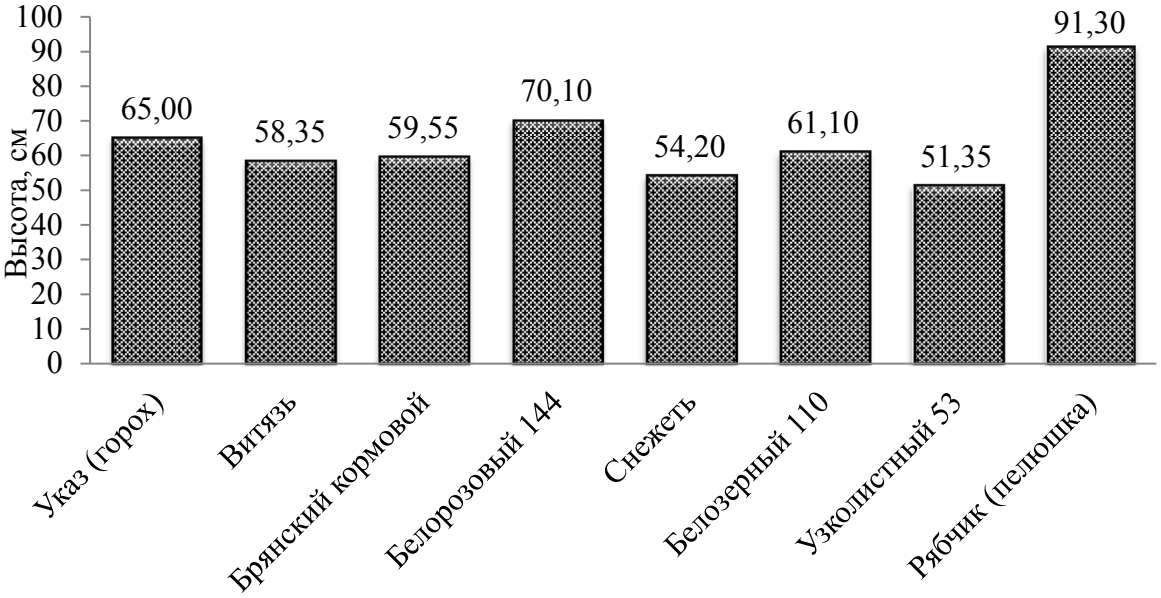



**Рис. 1. Высота растений зернобобовых культур в период уборки вегетативной массы, см**

После уборки зеленой массы зернобобовых культур проведена оценка содержания сухого вещества растений (рис. 2).

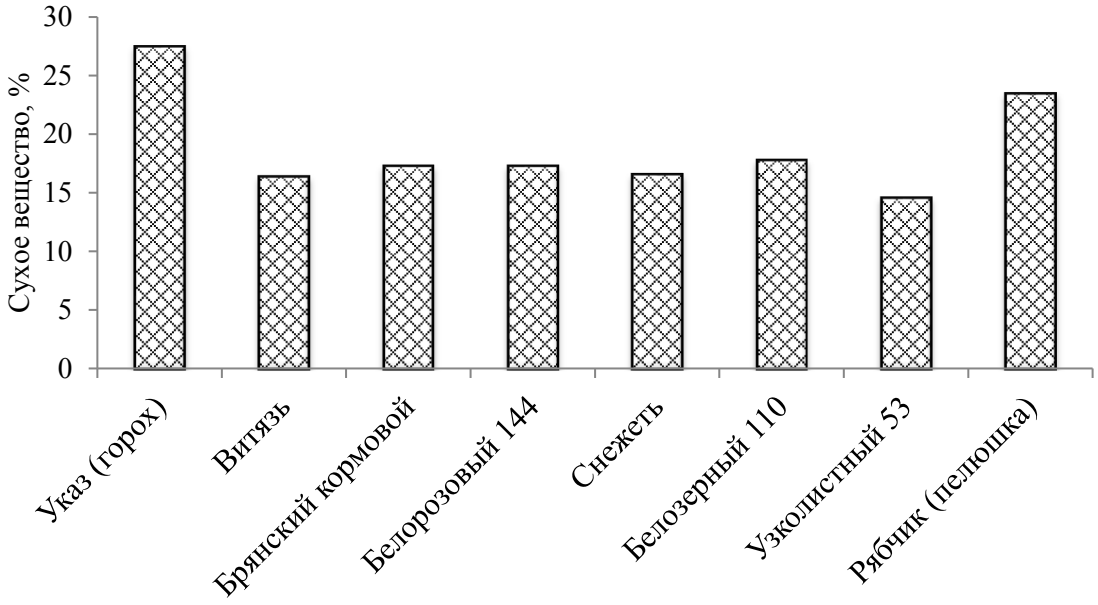



**Рис. 2. Содержание сухого вещества в зеленой массе зернобобовых культур, %**

Содержание сухого вещества у гороха посевного и пелюшки оказалось выше и составило 27,5 и 23,5 % соответственно. У изучаемых сортов люпина узколистного содержание сухого вещества в основном было на 10–13 % ниже, чем у гороха Указ. В среднем оно составило 16,7 %. Наименьшее содержание сухого вещества (14,6 %) отмечено у

сорта Узколистный 53. Более высокое содержание сухого вещества отмечалось у сортов Белозерный 110 (17,8 %), Белорозовый 144 (17,3 %) и Брянский кормовой (17,3 %).

Урожайность гороха посевного Указ составила 141,1 ц/га сухого вещества, а гороха посевного Рябчик — 109,2 ц/га (табл. 2). По отношению к гороху посевному достоверное превышение отмечено у люпина узколистного Белорозовый 144 (156,1 ц/га). У сорта Узколистный 53 сбор сухого вещества (104,7 ц/га) был на 25,8 % ниже, чем у сорта Указ и находился на уровне пелюшки Рябчик.

**2. Продуктивность и агроэкологическая эффективность возделывания люпина узколистного**

| Сорт, культура | Сбор с 1 га | | | | Затраты совокупной энергии, ГДж/га | Коэффициент энергоэффективности |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | сухое вещество, ц | кормовые единицы | сырой протеин, ц | энергии в урожае, ГДж | | |
| Указ (горох) | 141,1 | 2229 | 55,7 | 115,2 | 30,4 | 3,8 |
| Витязь | 130,7 | 3409 | 101,6 | 104,0 | 31,1 | 3,3 |
| Брянский кормовой | 146,6 | 3573 | 107,9 | 117,4 | 31,1 | 3,8 |
| Белорозовый 144 | 156,1 | 3748 | 122,2 | 121,9 | 31,1 | 3,9 |
| Снежеть | 131,1 | 3277 | 103,5 | 103,3 | 31,1 | 3,3 |
| Белозерный 110 | 132,8 | 3055 | 94,1 | 103,3 | 31,1 | 3,3 |
| Узколистный 53 | 104,7 | 2915 | 97,9 | 81,7 | 31,1 | 2,6 |
| Рябчик (пелюшка) | 109,2 | 1940 | 55,9 | 87,5 | 30,4 | 2,9 |
| $НСР_{05}$ | 12,3 | | | | | |
| $НСР_{01}$ | 16,4 | | | | | |

Сбор кормовых единиц в натуральном выражении у сортов люпинов выше на 30–68 %, чем у гороха посевного Указ. Больше всего кормовых единиц получено от сортов Белорозовый 144 (3748), Брянский кормовой (3573) и Витязь (3409). По результатам анализа на содержание сырого протеина в зеленой массе бобовых культур установлено, что у сортов люпина этот показатель выше на 19–34 %, чем у гороха Указ. По сбору сырого протеина в натуральном выражении лидирует Белорозовый 144 (121,9 ц), что в два раза выше, чем у гороха Указ и пелюшки Рябчик.

Сбор энергии в урожае у сортов люпина колеблется от 81,7 до 121,9 ГДж/га. Меньше всего этот показатель у люпина Узколистный 53 (81,7 ГДж/га), а значение у сорта Белорозовый 144 на 6 % превышает сбор энергии у гороха Указ и на 39 % выше, чем у пелюшки Рябчик. Коэффициенты энергоэффективности у бобовых культур колебались от 2,6 до 3,9. Все сорта люпина узколистного, кроме сорта Узколистный 53, при возделывании на зеленую массу имеют этот показатель выше, чем пелюшка Рябчик (2,9). По сравнению с горохом Указ более высоким коэффициентом энергоэффективности обладает сорт Белорозовый 144 (3,9). У сорта Брянский кормовой этот показатель находится на уровне гороха (3,8).

Таким образом, наиболее урожайными по зеленой массе оказались сорта Белорозовый 144 (75,0 т/га) и Брянский кормовой (71,4 т/га). Большинство сортов люпина ниже гороха посевного сорта Указ (65 см) на 6–17 %. Среднее содержание сухого вещества у сортов люпина узколистного составило 16,7 %, что ниже контролей на 10,8 и 6,8 % соответственно. По результатам анализа на содержание сырого протеина в зеленой массе бобовых культур установлено, что у сортов люпина этот показатель выше на 19–34 %, чем у гороха сорта Указ. По сбору сырого протеина в натуральном выражении лидирует Белорозовый 144 (121,9 ц), что в два раза выше, чем у гороха сорта Указ и пелюшки Рябчик. Сбор энергии в урожае у сортов люпина колеблется от 81,7 до 121,9 ГДж/га. Этот показатель у сорта Белорозовый 144 на 6 % превышает сбор энергии у гороха Указ и на 39 % выше, чем у пелюшки Рябчик. По сравнению с горохом Указ более высоким коэффициентом энергоэффективности обладает сорт Белорозовый 144 (3,9). У сорта Брянский кормовой этот показатель находится на уровне гороха (3,8). Эти два сорта вполне можно рекомендовать для увеличения доли однолетних бобовых культур в севообороте.

Литература


1. Влияние качества кормов на показатели молочной продуктивности коров / П. А. Фоменко, Е. В. Богатырева, И. С. Сереброва [и др.] // Молочнохозяйственный вестник. – 2016. – № 4(24). – С. 65–71.
2. Щербакова Н. А., Козловская А. Ю., Дмитриева О. С. Молочная продуктивность и живая масса коров в ООО «ПсковАгроИнвест» // Аграрная наука. – 2021. – № 10. – С. 42–45. – DOI: 10.32634/0869-8155-2021-353-10-42-45.
3. Мартынов В. А. Молочная продуктивность коров в период раздоя в зависимости от уровня и доступности протеина : дис. …канд. сельскохозяйственных наук, специальность 06.02.04 «Ветеринарная хирургия». – Барнаул, 2005. – 108 с.
4. Прохоров Е. О. Эффективность использования безалкалоидного зерна белого люпина в составе комбикорма при кормлении молочного скота : дис. …канд.

сельскохозяйственных наук, специальность 06.02.08 «Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов». – Москва, 2017. – 136 с.
5. Попова С. А. Современные подходы к протеиновому питанию высокопродуктивных коров // Псковский регионологический журнал. – 2009. – № 7. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-podhody-k-proteinovomu-pitaniyu-vysokoproduktivnyh-korov (дата обращения: 25.02.2023).
6. Пономаренко Ю. А. Питательные и антипитательные вещества в кормах: монография. – Минск : Экоперспектива, 2007. – 960 с.
7. Сизова Ю. В. Биологическая эффективность использования белковых добавок в кормлении молочных коров // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. – 2015. – № 2 (39). – С. 42–47.
8. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / Ю. К. Новоселов, В. Н. Киреев, Г. П. Кутузов [и др.]. – Москва : типография Россельхозакадемии, 1997. – 156 с.
9. Леконцева Т. А., Лыбенко Е. С., Кузякина Л. И. Взаимосвязь урожайности разных сортов узколистного люпина с погодными условиями в Кировской области // От модернизации к опережающему развитию: обеспечение конкурентоспособности и научного лидерства АПК // Инновационные технологии в растениеводстве, традиционном, органическом и ресурсосберегающем земледелии : сб. статей. – Екатеринбург : Уральский государственный аграрный университет, 2022. – С. 94–96.
10. Леконцева Т. А., Лыбенко Е. С., Кузякина Л. И. Зависимость урожайности сортов люпина узколистного от погодных условий // Вестник Вятского ГАТУ. – 2022. – № 2 (12). – С. 2.

## AGROECOLOGICAL ASSESSMENT OF CULTIVATION OF NARROW-LEAVED LUPINE FOR GREEN FODDER

**S. A. Emelev, E. S. Lybenko**

*The article presents an agroecological assessment of the cultivation of low-alkaloid varieties of narrow-leaved lupine for green fodder in the conditions of the Kirov region. It was found that the most productive varieties in terms of green mass were Belorozovy 144 (75.0 t/ha) and Bryanskiy kormovoy (71.4 t/ha). The average dry matter content of the varieties of narrow-leaved lupine was 16.7%, which is lower than the controls by 10.8 and 6.8%, respectively. According to the results of the analysis of the crude protein content in the green mass of legumes, it was found that this indicator is 19-34% higher in lupine varieties than in peas. In comparison with peas, the Belorozovy 144 variety (3,9) has a higher coefficient of energy efficiency. In the Bryanskiy kormovoy variety, this indicator is at the level of peas (3.8). These two varieties can be recommended to increase the share of annual legumes in crop rotation.*

**Keywords:** *leguminous crops, narrow-leaved lupin, green fodder, agroecological assessment.*

УДК 635.655:581.5
DOI: https://doi.org/10.33814/MAK-2023-32-80-52-56

# ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЯ СОРТАМИ СОИ СЕЛЕКЦИИ РЯЗАНСКОГО НИИСХ В УСЛОВИЯХ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ

**В. К. Храмой,** доктор сельскохозяйственных наук
**Т. Д. Сихарулидзе,** кандидат сельскохозяйственных наук

*Калужский филиал ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, г. Калуга, Россия*
*v.hramoy@yandex.ru; tamila7958@yandex.ru*

*Изучено формирование урожая четырьмя сортами сои: Магева, Светлая, Касатка, Малета. Проведенные исследования показали, что в отдельные годы в Калужской области складываются крайне неблагоприятные погодные условия для сои. Это приводит к удлинению ее вегетационного периода и снижению урожайности семян. Наиболее адаптированным к таким условиям оказался сорт сои Светлая, урожайность семян которого в среднем за два года составила 1,63 т/га. У сорта Магева урожайность была ниже на 24,4 %, у сортов Касатка и Малета — ниже на 29,9 %.*

**Ключевые слова:** *соя, сорта, структура урожая, урожайность.*

Одной из основных проблем кормопроизводства в России является дефицит кормового растительного белка, что приводит к снижению продуктивности животных и перерасходу кормов, который может составлять 30–50 % [1]. Зернобобовые культуры играют важную роль в производстве высокобелкового зернофуража, поскольку содержание белка в семенах зернобобовых культур в 2–3 раза превышает содержание белка в зерне злаковых культур. Наиболее высоким содержанием белка отличается соя. В настоящее время площадь посевов сои в России превышает суммарную площадь всех остальных бобовых культур, хотя по урожайности она уступает другим зернобобовым культурам [2].

Соя характеризуется высокой пластичностью, что позволяет возделывать ее в различных почвенно-климатических условиях, в том числе и в Центральном районе Нечерноземной зоны Российской Федерации. К недостаткам сои относится повышенная требовательность к теплу. Минимальная сумма активных температур для созревания семян колеблется по сортам от 1800 до 2400 ºС. Период вегетации у наиболее распространенных сортов превышает 110 дней, что делает такие сорта малопригодными для возделывания в условиях Нечерноземной зоны России. Поэтому главным фактором успешного возделывания сои в данном регионе является создание очень скороспелых сортов с перио-

дом вегетации менее 100 дней и с суммой активных температур менее 1800 °С [3]. Активная работа по созданию таких сортов была проведена в ФГБНУ «Рязанский НИИСХ» (ныне «Институт семеноводства и агротехнологий – филиал ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»). Именно здесь был создан первый скороспелый сорт сои Магева, рекомендованный к возделыванию в условиях Калужской области. К настоящему времени в данном научном учреждении создана целая линейка перспективных для Нечерноземной зоны сортов сои, различающихся по скороспелости и продуктивности [4]. Целью наших исследований было изучить особенности формирования урожая наиболее скороспелыми сортами сои селекции данного научного учреждения в условиях Калужской области.

Исследования проводили в 2016–2017 гг. на опытном поле Калужского филиала РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева. Изучали четыре сорта сои селекции Рязанского НИИСХ: Магева, Светлая, Касатка, Малета. Почва опытного участка дерново-подзолистая, супесчаная на водно-ледниковых отложениях. Содержание гумуса 1,2–1,3 % (по Тюрину); подвижного фосфора — 230–250 мг/кг; обменного калия — 71–80 мг/кг почвы (по Кирсанову); бора — 0,4–0,5 мг/кг (в водной вытяжке); молибдена — 0,15–0,23 мг/кг (в оксалатной вытяжке); pHсол = 5,6–5,8. Предшественник — овес. Применялась классическая для зоны отвальная обработка почвы. Для повышения уровня калийного питания под предпосевную культивацию вносили общим фоном калийные удобрения в дозе 60 кг/га $K_2O$. Семена перед посевом обрабатывали заводским штаммом клубеньковых бактерий 636-б. Посев проводили в оптимальные для сои в данном регионе сроки — в конце первой декады мая [5]. Норма высева составляла 600 тыс. штук всхожих семян на 1 га [6]. Исследования проводили по общепринятым методикам, анализ урожайных данных проводили методом дисперсионного анализа [7].

**Результаты исследований.** Погодные условия в годы исследований были экстремальными для сои. Количество осадков за вегетационный период (май–август) превысило среднемноголетний уровень в 2016 г. в 2,4 раза, в 2017г. в 2,1 раза. Температурный режим был ниже среднемноголетнего. Наиболее неблагоприятный температурный режим был в 2017 г. – в июне среднесуточная температура воздуха в отдельные дни опускалась ниже 7,0 °С, что тормозило рост и развитие растений сои. В августе среднесуточная температура воздуха в отдельные периоды опускалась ниже 12 °С, что критично для сои во время налива и созревания семян. Таким образом, можно констатировать, что погодные условия 2017 г. были экстремальными для сои. Проведенные нами ранее исследования показали, что наиболее благоприятными для сои являются

годы со средним количеством осадков и повышенным температурным режимом [8].

Прохладная погода способствовала удлинению вегетационного периода всех изучаемых сортов сои. Продолжительность вегетационного периода (всходы–полная спелость) колебалась от 103 дней у сорта Касатка до 110 дней у сортов Магева и Малета, что на 10–15 дней больше, чем в нормальные по климатическим условиям годы [9; 10]. Удлинение вегетационного периода происходило преимущественно за счет удлинения периода «начало цветения – полная спелость» (табл. 1).

**1. Продолжительность вегетационного периода сортов сои, дней (среднее за 2016–2017 гг.)**

| Период вегетации | Сорта сои | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Магева | Светлая | Касатка | Малета |
| Всходы – начало цветения | 46 | 45 | 43 | 47 |
| Начало цветения – полная спелость | 64 | 62 | 60 | 63 |
| Всходы – полная спелость | 110 | 107 | 103 | 110 |

Рост сои в высоту был заторможенным, растения были низкорослыми. Высота их в фазе полной спелости колебалась по сортам от 42 до 54 см. Наиболее высокими были сорта Малета и Магева, наименьшую высоту имел наиболее скороспелый сорт Касатка (табл. 2).

**2. Показатели структуры урожая и урожайность сортов сои (среднее за 2016–2017 гг.)**

| Показатели | Сорта сои | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Магева | Светлая | Касатка | Малета |
| Высота растений, см | 53 | 47 | 42 | 54 |
| Высота прикрепления первого соцветия, см | 10,4 | 10,8 | 7,4 | 6,3 |
| Надземная биомасса, г/растение | 6,38 | 7,05 | 5,23 | 5,84 |
| в т. ч.: масса стеблей, г/растение | 1,76 | 1,83 | 1,14 | 1,64 |
| масса створок, г/растение | 1,67 | 1,68 | 1,41 | 1,35 |
| масса семян, г/растение | 2,95 | 3,54 | 2,68 | 2,85 |
| Доля семян в биомассе, % | 46,2 | 50,2 | 51,2 | 48,8 |
| Количество бобов, шт./растение | 9,7 | 11,9 | 8,2 | 9,3 |
| Количество семян, шт./растение | 23,3 | 27,6 | 18,3 | 19,0 |
| Масса 1000 семян, г | 126,6 | 128,2 | 146,4 | 150,0 |
| Биологическая урожайность, т/га ($НСР_{05}$ = 0,37 т /га) | 1,31 | 1,63 | 1,25 | 1,26 |

Важной хозяйственной характеристикой сои является высота заложения первого соцветия, поскольку она определяет высоту среза рас-

тений при уборке. Низкое заложение первого соцветия приводит к значительным потерям семян. Наиболее предпочтительными в этом отношении являются сорта Светлая и Магева, у которых этот показатель превышает 10 см. Наиболее низким заложением первого соцветия характеризуется сорт Малета (6,3 см).

По накоплению надземной биомассы в целом и по массе семян заметно выделяется сорт Светлая — 7,05 г на растение. По надземной биомассе он превосходил другие сорта на 10,5–34,8 %. Наименьшим накоплением биомассы характеризовался самый скороспелый сорт сои Касатка. Масса семян составила у сорта Светлая в среднем за два года 3,54 г на растение. У остальных сортов она была ниже на 16,6–24,3 %. Наименьшая масса семян была у сорта Касатка. Следует отметить в качестве положительной характеристики сои высокую долю семян в надземной биомассе. По сортам она изменялась в диапазоне от 46,2 до 51,2 %. При этом более высоким этот показатель был у наиболее скороспелых низкорослых сортов Касатка и Светлая.

Наибольшее количество бобов и семян сформировалось у сорта Светлая, у других сортов количество бобов на растении было ниже на 18,5–31,1 %, а количество семян ниже на 15,6–46,2 %. Наименьшее количество бобов и семян было у наиболее скороспелого сорта Касатка. По массе 1000 семян выделялись сорта Малета (146,4 г) и Касатка (150,0 г). У сортов Светлая и Магева масса 1000 семян была ниже соответственно на 14,2 и 18,5 %. С хозяйственной точки зрения, сорта с более мелкими семенами при одинаковой урожайности обеспечивают более высокий коэффициент размножения.

Биологическая урожайность изучаемых сортов сои значительно колебалась по годам исследований. В 2017 г. она была ниже, чем в 2016 г. в 3,0–5,5 раза и находилась в диапазоне 5,0–6,2 ц/га. В среднем за два года урожайность по сортам составила 1,25–1,63 т/га, наибольшей она была у сорта Светлая. У сорта Магева она была ниже, чем у сорта Светлая на 24,4 %, у сортов Касатка и Малета — ниже на 29,9 %. Следует отметить, что различия в урожайности между сортом Светлая и сортами Касатка и Малета были достоверными.

**Заключение.** На основании проведенных исследований, можно заключить, что наиболее адаптированным к условиям Калужской области является сорт сои Светлая.

Литература

1. Косолапов В. М., Трофимов И. А., Трофимова Л. С. Кормопроизводство в сельском хозяйстве, экологии и рациональном природопользовании (теория и практика). – М., 2014. – 135 с.

2. Зотиков В. И., Сидоренко В. С., Грядунова Н. В. Развитие производства зернобобовых культур в Российской Федерации // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. – № 2. – С. 4–10.
3. Сорта сои для северной границы ее посевов / Г. Посыпанов, М. Гуреева, Т. Кобозева [и др.] // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2006. – № 3. – С. 61–62. – EDN HTPTGN.
4. Сорта растений, включенные в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Сорта культуры «Соя» [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://web.archive.org/web/20171104014639/http://reestr.gossort.com/reestr /culture/112 (дата обращения 14.06.2023).
5. Храмой В. К., Сихарулидзе Т. Д., Рахимова О. В. Обоснование оптимального срока посева сои в условиях Центрального района Нечерноземной зоны // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 3(43). – С. 98–102. – DOI: 10.18286/1816-4501-2018-3-98-102. – EDN YLSMJN.
6. Гуреева Е. В., Храмой В. К. Норма высева семян и продукционный процесс сортов сои в Нечерноземной зоне // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2009. – № 1. – С. 60–62. – EDN KUBHMT.
7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям. Изд. 6-е, стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. – Москва : Альянс, 2011. – 350 с.
8. Сихарулидзе Т. Д., Храмой В. К. Влияние температурного режима на продолжительность вегетационного периода и урожайность сои в условиях Центрального Нечерноземья // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 4. – С. 32–39. – EDN ZSHEGJ.
9. Сихарулидзе Т. Д., Храмой В. К., Демьяненко М. В. Экологические испытания скороспелых сортов сои в условиях Центрального района Нечерноземной зоны // Земледелие. – 2012. – № 1. – С. 47–48. – EDN OWIUIH.
10. Храмой В. К., Сихарулидзе Т. Д. Влияние условий увлажнения на продолжительность вегетационного периода и урожайность сои в условиях Центрального Нечерноземья // Плодородие. – 2017. – № 4(97). – С. 24–26. – EDN ZCQBMN.

## FEATURES OF CROP FORMATION BY SOYBEAN VARIETIES OF SELECTION OF THE RYAZAN RESEARCH INSTITUTE IN THE CONDITIONS OF THE KALUGA REGION

**V. K. Khramoy,**
**T. D. Sikharulidze**

*The formation of the crop by four varieties of soybeans has been studied: Mageva, Svetlaya, Kasatka, and Maleta. The conducted studies have shown that in some years extremely unfavorable weather conditions for soybeans develop in the Kaluga region, which leads to an extension of its growing season and a decrease in seed yield. The Svetlaya soybean variety turned out to be the most adapted to such conditions, the seed yield of which averaged 1.63 t/ha over 2 years. In the Mageva variety, the yield was lower by 24.4%; in the Kasatka and Maleta varieties it was lower by 29.9%.*
**Keywords:** *soybeans, varieties, crop structure, yield.*

УДК 633.22:631.527.2
DOI: https://doi.org/10.33814/MAK-2023-32-80-57-61

# СОЗДАНИЕ СОРТА ЕЖИ СБОРНОЙ (*Dactylis glomerata* L.) ДЛЯ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ*

**Н. Ю. Костенко,** кандидат сельскохозяйственных наук
**С. И. Костенко,** кандидат сельскохозяйственных наук
**Е. И. Кузьмин**
**В. И. Чернявских,** доктор сельскохозяйственных наук

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

*Ежа сборная является одной из основных кормовых культур в европейской части России. Однако в последние годы на рынке наблюдается заметный дефицит семян этой культуры, в основном это связано с ликвидацией в большинстве хозяйств небольших семенных участков и отсутствием в достаточном количестве новых сортов этой культуры.*
**Ключевые слова:** *ежа сборная, продуктивность, зимостойкость, экологическая пластичность, семенная продуктивность.*

В реестре селекционных достижений, выпущенном в 2023 г., зарегистрировано 29 сортов, из них 10 сортов выведены более 40 лет назад, девять сортов выведены за пределами Российской Федерации. Наиболее распространенным является сорт ВИК 61, который районирован в шести регионах [1]. Этот сорт выведен более 50 лет назад, и первичное семеноводство его в настоящее время не ведется, но репродукционных семян сорта ВИК 61 ежегодно производится свыше 2500 т, что ставит его на первое место среди всех остальных сортов со значительным отрывом [2].

По питательным качествам корм, получаемый из ежи сборной, не всегда бывает высшего сорта, например, сено ежи уступает по содержанию сырого протеина сену из пырея, молодого костреца безостого, и сравнимо с мятликом луговым, превосходя по этому показателю райграс пастбищный [3; 4] .

*Работа выполнена при поддержке Нацпроекта № 075-15-2021-541 (внутренний номер 09.ССЦ.21.0008) по теме: Реализация направлений, соответствующих программе создания и развития «Центра по кормовым культурам для создания и внедрения в агропромышленный комплекс современных технологий на основе собственных разработок Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса» («ФНЦ ВИК им. В. Р. Вильямса»)».

Для смены сорта ежи сборной ВИК 61 уже свыше 20 лет в ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» проводятся соответствующие селекционные исследования [5].

Исследования проводили согласно общепринятым методикам, полученные результаты оценивались с помощью стандартных методов обработки результатов [6; 7; 8; 9].

Исследования были начаты более чем с 400 образцами ежи сборной, созданными во ВНИИ кормов, в других научных учреждениях страны и за рубежом. На первых этапах в опытах, проводимых на полях ВНИИ кормов в Московской области, были отобраны образцы, которые полностью подходили под режим частых скашиваний, показывая высокую продуктивность в каждом укосе (рисунок, таблица).

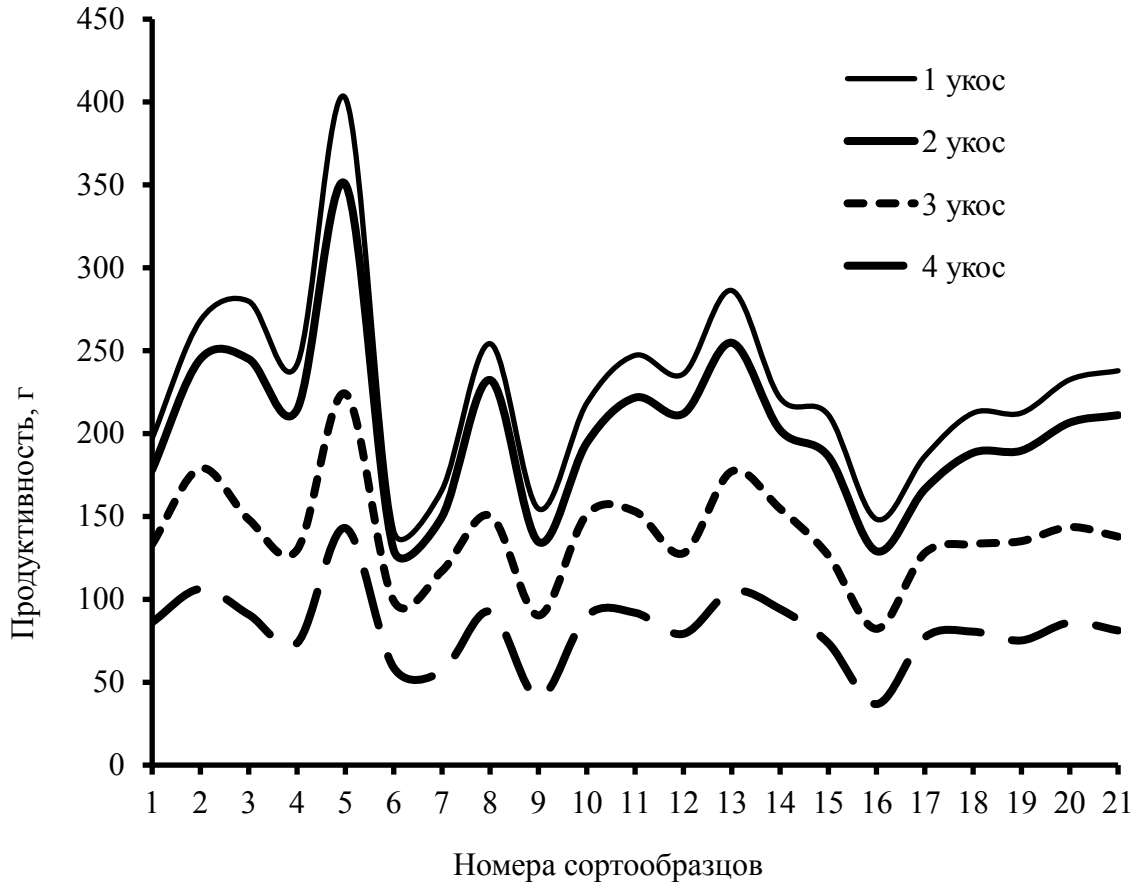



**Рисунок. Оценка некоторых сортообразцов ежи сборной в селекционном питомнике при четырехкратном скашивании по продуктивности сухого вещества, г/м**

При оценке по этому признаку наилучшие результаты были получены у группы сортов, которые происходили из Японии и Франции, т. е. стран с длинным вегетационным периодом, у этих же сортов были бо-

лее облиственные растения. Такие показатели были отмечены у образца 5 на графике (японский сорт Okamidori), у образца 8 (японский сорт Kitamidori). Однако при дальнейшем испытании в селекционных питомниках эти образцы оказались очень позднеспелыми и вследствие этого возникли проблемы с получением семян. Под номером 3 в испытании был образец, полученный на основе селекционных форм, созданных в лаборатории селекции злаковых трав в 2000–2005 гг. В дальнейшем испытании этот образец получил селекционный номер 44.

**Таблица. Оценка сортообразцов ежи сборной в контрольных питомниках по продуктивности сухого вещества, ц/га (посев 2015 и 2018 гг.). Учеты на второй и третий годы жизни травостоя (сумма за три укоса)**

| Название образца | Учет на первый год пользования | | Учет на второй год пользования | | Среднее |
|---|---|---|---|---|---|
| | посев 2015 г., учет 2016 г. | посев 2018 г. учет 2019 г. | посев 2015 г., учет 2017 г. | посев 2018 г., учет 2020 г. | |
| № 44 | 60,7 | 75,0 | 82,0 | 88,0 | 76,4 |
| Д-4 | 54,9 | 55,2 | 64,3 | 79,4 | 63,4 |
| Д-8 | 73,4 | 67,5 | 79,8 | 65,3 | 71,5 |
| ВИК 61 (стандарт) | 58,4 | 67,5 | 77,0 | 70,0 | 52,5 |
| $НСР_{05}$ | 4,1 | 4,7 | 5,2 | 6,8 | |

В дальнейшем оценку проводили только при трехкратных скашиваниях. Это позволило отсечь более позднеспелые формы от дальнейшего изучения.

Кроме того, практически у всех сортообразцов наблюдалась дифференциация по реагированию на влажность почвы. Это крайне затруднило оценку образцов, так как ряд форм показывал хорошие результаты в годы с достаточным количеством осадков, а другие выделялись в годы с недостатком осадков.

По результатам полевых испытаний в течение ряда лет был выделен образец № 44, который показал более стабильно высокие результаты независимо от погодных условий. У этого образца за время испытаний и была достаточно высокая продуктивность сухого вещества (с потенциалом выше 120 ц/га сухого вещества за три укоса). По продуктивности сухого вещества образец превосходит сорт ВИК 61 на 45 % (7,7 т/га против 5,2 т/га), а облиственность существенно превысила

стандарт (78 % против 69 %). Содержание протеина также было немного выше, чем у сорта стандарта (11,1 % против 10,8 %). Но этот образец может использоваться и при более частых скашиваниях; качество корма при этом повышается, но общая продуктивность несколько снижается.

Начато размножение наиболее перспективного образца ежи сборной (№ 44), который показал, кроме того, наиболее стабильную семенную продуктивность за последние 6 лет исследований (4,7 ц/га) по сравнению с формами Д-4, Д-8 и ВИК 61. Семенная продуктивность при благоприятных условиях достигала 0,63 т/га. Образец № 44 показывает хорошую зимостойкость и долголетие. В питомнике размножения этот образец не снижает свою семенную продуктивность свыше четырех лет. При испытании на инфекционном фоне образец показал достаточно высокую устойчивость к снежной плесени, и меньше других был поражен чехловидной болезнью.

Экологическое испытание этого образца также показало хорошую экологическую пластичность, образец № 44 при посеве его в Кировской области выделился по энергии роста и продуктивности на фоне местных сортов. Сейчас он оценивается дополнительно в тех же условиях по устойчивости к заболеваниям и по семенной продуктивности [10]. При внесении повышенных доз азотных удобрений содержание протеина может достигать 13 % и выше.

Этот сортообразец отлично подходит для использования при заготовке различных видов кормов — сена, сенажа, силоса, может использоваться и для приготовления гранул.

Способность образца № 44 показывать высокую продуктивность при трех–четырех укосах, хорошая его продуктивность в травосмеси с клевером гибридным указывают на то, что он вполне может использоваться и для создания пастбищ.

При высоком срезе данный сорт отлично подойдет для целей озеленения (особенно для задернения почвы в плодовых садах, на лесных участках), а также для защиты склонов автодорог, железнодорожных насыпей, различных откосов, изготовления биоматов различного назначения [11].

Подготовлены документы для передачи этого образца в Государственное сортоиспытание в 2023 г., начато его размножение в питомниках первичного семеноводства, получено более 200 кг семян для рассылки на сортоучастки.

Литература

1. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Том I. «Сорта растений» (официальное издание). – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2023. –631 с.

2. Система добровольной сертификации «Россельхозцентр» : официальный сайт. – URL: https://certificate.rosselhoscenter.com/index.php?r=site%2Flogin (дата обращения: 19.10.2023).
3. Основные виды и сорта кормовых культур. Итоги научной деятельности Центрального селекционного центра / В. М. Косолапов, З. Ш. Шамсутдинов, С. И. Костенко [и др.]. – М. : Наука, 2015. – 543 с.
4. Корма России : официальный сайт. – URL: https://vidkormov.narod.ru/typ2/s2.html (дата обращения: 18.10.2023).
5. Селекция многолетних злаковых трав в ГНУ ВИК Россельхозакадемии. Основные результаты, направления, проблемы и перспективы / С. И. Костенко, Г. Ф. Кулешов, В. С. Клочкова [и др.] // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство. – М. : Угрешская типографии, 2013. – С. 147–153.
6. Методические указания по селекции и первичному семеноводству многолетних трав / З. Ш. Шамсутдинов, С. В. Пилипко, С. И. Костенко [и др.]. – М. : Россельхозакадемия, 1993. – 112 с.
7. Методические указания по изучению коллекции многолетних кормовых трав / ВАСХНИЛ, Всесоюз. НИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова / П. А. Лубенец, А. И. Иванов, Ю. И. Кириллов [и др.]. – Ленинград : ВИР, 1979. – 42 с.
8. Методические указания по селекции многолетних злаковых трав / В. М. Косолапов, С. И. Костенко, С. В. Пилипко [и др.]. – М. : ТСХА, 2012. – 51 с.
9. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований (5-е изд., доп. и перераб.). – М. : Агропромиздат, 1985. – 350 с.
10. Косолапов В. М., Чернявских В. И., Костенко С. И. Развитие современной селекции и семеноводства кормовых культур в России // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2021. – Т. 25. № 4. – С. 401–407.
11. Костенко С. И., Рабинер М. Е., Розов С. Ю. Применение иглопробивных и нитепрошивных биоматов для укрепления откосов земляного полотна автомобильных дорог // Дороги и мосты. – 2017. – № 1 (37). – С. 8.

## CREATION OF THE ORCHARD GRASS VARIETY (*Dactylis glomerata* L.) FOR THE NON-CHERNOZEM ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION

**N. Yu. Kostenko, S. I. Kostenko,**
**E. I. Kuzmin, V. I. Chernyavskikh**

*The orchard grass is one of the main fodder crops in the European part of Russia. However, in recent years, there has been a noticeable shortage of seeds of this crop on the market, mainly due to the elimination of small seed plots in most farms and the lack of a sufficient number of new varieties of this crop.*
**Keywords:** *orchard grass, productivity, winter hardiness, ecological plasticity, seed productivity.*

УДК 633.24:631.527
DOI: https://doi.org/10.33814/MAK-2023-32-80-62-66

# ТИМОФЕЕВКА ЛУГОВАЯ. ВЫВЕДЕНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ СОРТОВ ДЛЯ СЕНОКОСОВ, ПАСТБИЩ И ДЛЯ ЗАДЕРНЕНИЯ*

**Н. Ю. Костенко,** кандидат сельскохозяйственных наук
**С. И. Костенко,** кандидат сельскохозяйственных наук
**Е. Е. Малюженец,** кандидат сельскохозяйственных наук

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

*Тимофеевка луговая стала использоваться в качестве кормовой культуры на севере Нечерноземной зоны России более 400 лет назад, чаще всего она высевалась вместе с клевером луговым. Эти два вида имеют довольно сходные биоритмы развития. Затем эта культура стала широко распространяться сначала в Европе, а затем и по всему миру. Главные плюсы тимофеевки — это высокая экологическая пластичность, хорошая приспособленность к тяжелым почвам, долголетие. Современные сорта отличаются хорошей устойчивостью к болезням, неблагоприятным погодным условиям и сравнительно неплохими качественными показателями получаемого корма.*

**Ключевые слова:** *селекция, региональные условия, тимофеевка луговая, заготовка кормов, дерновые покрытия.*

В России накоплен огромный опыт работы с тимофеевкой луговой (*Phleum pratense* L.). На 2023 г. в Реестр селекционных достижений включено 40 сортов этой культуры [1]. 30 из них российской селекции, а из импортных три сорта значатся как газонные травы. Наибольшее распространение (по количеству регионов, где сорт допущен к использованию) имеют сорта Вита 1, Нарымская, Ленинградская 204, Тавда. Эти сорта были выведены в 1955, 1949, 1995 и 2006 гг. По количеству произведенных и сертифицированных семян бесспорный лидер — самый старый сорт Ленинградская 204 [2].

ВНИИ кормов и его бывшими и нынешними филиалами выведено 7 сортов (ВИК 9, ВИК 85, ВИК 911, Марусинская 297, Моршанская 69, Моршанская 1188, Ярославская 11) [3]. Из них запатентован только са-

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

мый современный сорт ВИК 911 (патент № 10592) с 2019 г. В настоящее время эта культура остается наиболее распространенной на севере Нечерноземья, но спрос на нее растет и в более южных районах, кроме того, этот вид обладает очень мощной корневой системой, что способствует эффективному использованию тимофеевки для борьбы с эрозией [4]. Способность растений тимофеевки выходить из-под снега с зелеными побегами также способствует ее популярности как газонной травы. Долголетие растений этой культуры является плюсом при закреплении различных откосов и создании лугов. Но у нее есть и недостаток: она не любит частых скашиваний [5]. Также у тимофеевки сравнительно невысокое содержание протеина, в основном обусловленное тем, что исторически эта культура скашивалась в довольно поздние сроки, одновременно с клевером луговым, и ее питательная ценность не являлась определяющей в травосмеси.

Задачи, поставленные перед началом опытов, были следующие: вывести сорт, который способен выдерживать до трех и более скашиваний без потери такого признака как долголетие, сорт с высокой семенной продуктивностью, с высокой устойчивостью к грибным заболеваниям, с высокой кустистостью.

Во время проведения исследований опыты проводились согласно общепринятым методикам [6; 7]. Исследования проводили в ФНЦ «ВИК им В. Р. Вильямса» (г. Лобня Московской области) и в ООО «Извеково» (Смоленская область).

На первом этапе исследований были отобраны образцы с высокой степенью устойчивости к основным грибным заболеваниям, некоторые отборы проводились на искусственном инфекционном фоне лаборатории иммунитета, а также в лабораторных условиях [8]. При этом было отобрано 13 форм. На втором этапе эти формы были оценены по кустистости, по скорости нарастания новых побегов, по некоторым морфологическим признакам. Затем испытания продолжили в Смоленской области, в зоне с повышенным количеством осадков, здесь была проведена оценка по семенной продуктивности и изучены признаки, по которым новые сортообразцы отличаются от существующих сортов.

По комплексу признаков после итогового испытания в Смоленской области выделилось четыре формы различного происхождения:

1) форма 2010-14, которая получена из сорта Ленинградская 204 после переопыления материнских растений этого сорта с сортом ВИК 911;

2) форма 2008-12 — это отбор из гибридов, полученных от гибридизации формы «Восточно-Казахстанская» и сорта ВИК 9;

3) форма 2008-5 — отборы (популяция) из сорта Комтал (DLF);

4) отборы из сорта Тавда (форма 2012-2).

Эти же формы выделились после отбора по устойчивости к болезням и оценке плотности нарастания кустов.

При испытании в Смоленской области из морфологических признаков учитывались в основном два вида побегов — укороченные вегетативные, состоящие из пучка листьев, и удлиненные вегетативные с развитыми стеблями без соцветия. Кроме того, на отдельных делянках, расположенных на выделенных и изолированных участках, учитывалась их семенная продуктивность. По итогам испытаний в течение нескольких лет выделились по комплексу признаков (в том числе по семенной продуктивности) формы 2010-14 и 2008-12.

**Оценка перспективных образов тимофеевки луговой по некоторым хозяйственно полезным признакам**

| Признак | Форма | | Стандарт, ВИК 85 |
|---|---|---|---|
| | 2010-14 | 2008-14 | |
| Семенная продуктивность, ц/га | 4,6 | 4,9 | 3,7 |
| Устойчивость к частым скашиваниям (4 раза), балл | 5,0 | 5,0 | 4,0 |
| Устойчивость к гетероспориозу, балл | 5,0 | 5,0 | 4,1 |
| Количество стеблей в среднем на куст, шт. | 32,0 | 30,0 | 21,0 |
| Продуктивность за три укоса, ц/га сухого вещества | 84, 0 | 79,0 | 75,2 |
| Продуктивность за четыре укоса, ц/га сухого вещества | 73,5 | 70,1 | 62,8 |

По комплексу признаков эти две выделившиеся формы показали, что они могут применяться для пастбищного использования, для газонов, для борьбы с эрозией, так как эти формы обладают повышенным побегообразованием и лучше задерняют грунт.

Семенная продуктивность этих форм была существенно выше, чем у сорта ВИК 85, на 32 % и более.

По содержанию протеина в сене первого укоса различия были небольшие, в пределах ошибки опыта, у образца 2010-14 = 9,4 %; у образца 2008-14 = 8,9 %, у сорта ВИК 85 = 9,2 %.

По морфологическим признакам отобранные формы друг от друга отличаются по высоте: 2008-12 выше, чем 2010-14 на 12–15 см, на участках с высоким агрофоном это отличие еще больше. Отличия имеются и по мягкости листьев, по количеству побегов в кусте, по среднему

числу междоузлий. Также имеются отличия и по длине султана, хотя надо отметить, что колебания многих из этих признаков зависят от уровня азотного питания, в то же время при испытании на бедных агрофонах образец 2008-12 сильнее снижал продуктивность, чем форма 2010-14.

Оба эти образца показали хорошие результаты при комплексном испытании в различных регионах как кормовые растения и как газонно-кормовые, при этом они показали очень высокую способность к образованию побегов, высокую устойчивость к регулярным скашиваниям, что заметно отличает их от большинства существующих сортов этой культуры, и в настоящее время они размножаются в Смоленской области.

Отобранные формы также показали хорошую экологическую пластичность при их испытании в Ярославской области (в Ярославском научно-исследовательском институте животноводства и кормопроизводства – филиале ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса»). Оба эти образца показали достойные результаты, в том числе и по сбору сухого вещества, и по семенной продуктивности, причем морфологические различия между ними, которые наблюдались при испытании в Новодугинском районе Смоленской области, также не изменились.

При испытании на пригодность для использования в противоэрозионных мероприятиях (закреплении подвижных грунтов) (ООО «Промкомпозит», г. Ивантеевка Московской обл.) и при изготовлении биоматов (там же) растения этих форм отлично выдерживали даже по 4–5 скашиваний без выпадов растений [4].

Наблюдения за этими формами продолжались три года. Обычные и широко распространенные известные сорта (ВИК 85, Майская 1, Вита 1) выпадали при таком режиме использования за это время на 30–40 %, причем к третьему году скорость отрастания сортов стандартов заметно снижалась.

**Выводы.** Тимофеевка луговая, дикие формы которой произрастают практически по всей территории европейской части России и в Зауралье, в культуре распространена в Западной Сибири, на Дальнем Востоке [10]. Такая высокая экологическая пластичность позволяет широко использовать ее не только как сенокосное растение, но и для создания пастбищ и для защиты земель от эрозии.

Созданные в ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» формы 2008-12 и 2010-14, прошедшие испытание в нескольких регионах, пригодны не только к использованию как кормовые растения, но могут использоваться и для залужения как ровных площадок, так и склоновых земель. Эти формы готовятся к передаче в Государственное испытание как газонно-кормовые сорта.

Литература


1. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Том I. «Сорта растений» (официальное издание). М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2023. – 631 с.
2. Федеральное государственное бюджетное учреждение Российский сельскохозяйственный центр: официальный сайт. – Москва, 2023. URL: https://certificate.rosselhoscenter.com/public/index.php (дата обращения: 09.11.2023).
3. Сорта кормовых культур селекции ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса» / В. М. Косолапов, З. Ш. Шамсутдинов, С. И. Костенко [и др.]. – М. : ООО «Угрешская Типография», 2019. – 92 с.
4. Костенко С. И., Рабинер М. Е., Розов С. Ю. Применение иглопробивных и нитепрошивных биоматов для укрепления откосов земляного полотна автомобильных дорог // Дороги и мосты. – 2017. – № 1 (37). – С. 8.
5. Основные виды и сорта кормовых культур. Итоги научной деятельности Центрального селекционного центра / В. М. Косолапов, З. Ш. Шамсутдинов, Г. Ф. Кулешов [и др.]. – М. : Наука, 2015. – С. 184–187.
6. Методические указания по селекции многолетних злаковых трав / В. М. Косолапов, С. И. Костенко, С. В. Пилипко [и др.]. – М. : ТСХА, 2012. – 51 с.
7. Методические указания по селекции и первичному семеноводству многолетних трав / З. Ш. Шамсутдинов, С. В. Пилипко, А. С. Новоселова [и др.]. – М. : Россельхозакадемия, 1993. – 112 с.
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 350 с.
9. О поражаемости кормовых трав основными грибными болезнями / Н. М. Пуца, Н. В. Разгуляева, Н. Ю. Костенко, Е. Ю. Благовещенская // Кормопроизводство. – 2012. – № 9. – С. 24–25.
10. Агроэкологический атлас России и сопредельных стран: экономически значимые растения, их вредители, болезни и сорные растения [Интернет-версия 2.0] / А. Н. Афонин, С. Л. Грин, Н. И. Дзюбенко, А. Н. Фролов (ред.). – 2008 http://www.agroatlas.ru (дата обращения: 09.11.2023).


## MEADOW TIMOTHY. BREEDING SPECIALIZED VARIETIES FOR HAYFIELDS, PASTURES AND TURFS


**S. I. Kostenko, N. Yu. Kostenko, E. E. Malyuzhenets**



*Timothy grass began to be used as a fodder crop in the north of the Non-Chernozem zone of Russia more than 400 years ago, most often it was sown together with meadow clover. These two species have quite similar biorhythms of development. Then this culture began to spread widely, first in Europe, and then around the world. The main advantages of Timothy grass are high ecological plasticity, good adaptability to heavy soils, and longevity. Modern varieties are characterized by good resistance to diseases, adverse weather conditions and relatively good quality indicators of the resulting feed.*



**Keywords**: *breeding, regional conditions, timothy grass, forage harvesting, turf coverings.*

УДК 631.527: 633.267
DOI: https://doi.org/10.33814/MAK-2023-32-80-67-72

# ДВУКИСТОЧНИК ТРОСТНИКОВЫЙ И ЗАДАЧИ СЕЛЕКЦИИ НОВЫХ СОРТОВ ЭТОЙ КУЛЬТУРЫ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ*

**Н. Ю. Костенко,** кандидат сельскохозяйственных наук
**С. И. Костенко,** кандидат сельскохозяйственных наук
**Е. Е. Малюженец,** кандидат сельскохозяйственных наук
**Е. В. Усольцева**

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

*Двукисточник тростниковый (канареечник тростниковидный) — Phalaris arundinacea L. это многолетняя злаковая трава, которая в природе произрастает во влажных местах, по берегам водоемов или в местах с близким залеганием грунтовых вод. Встречается как в Евразии, так и на Американском континенте. В России этот вид встречается повсеместно, за исключением засоленных мест. Вид отличается очень энергичным отрастанием, по содержанию протеина двукисточник превосходит тимофеевку луговую и ежу сборную, но с возрастом травостоя качество корма, получаемого из двукисточника, резко снижается, снижается и поедаемость зеленой массы.*

**Ключевые слова:** *селекция, региональные условия, двукисточник тростниковый, отрастание, семенная продуктивность.*

Двукисточник тростниковый, ранее известный под названием канареечник тростниковидный, (*Phalaris arundinacea* L.) занимает на территории России большие площади по берегам всевозможных водоемов [1]. Во время вегетации этот вид способен образовывать очень большую биомассу. В России в настоящее время зарегистрировано семь сортов этой культуры (Антарес, Богатырь, Витязь, Водолей, Ласта, Первенец и Урал) [2]. Но производство семян этой культуры минимально: за период 2018–2019 гг. выдано всего два сертификата на 9 т семян [3] только одного сорта Витязь.

Спрос на семена этой культуры, которая дает большие урожаи зеленой массы на переувлажненных почвах, значителен. Но надо учитывать сложности при выращивании этой культуры: трава двукисточника,

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

если запоздать с уборкой, становится очень жесткой, плохо поедается практически всеми животными. К несомненным плюсам этой культуры следует отнести, кроме высокой питательности в молодом возрасте, еще и способность быстро отрастать после скашивания и весной в начале вегетации. В системе ВНИИ кормов интерес к двукисточнику был всегда: на опорном пункте ВНИИ кормов в Луховицком районе Московской области создан сорт Приокский, а сравнительно недавно (2006 г.) на основе нашего исходного материала создан совместный с Институтом селекции и земледелия НАН Беларуси сорт Белрос 76 [4].

Создание новых сортов двукисточника, с повышенным качеством корма, адаптированных для условий средней полосы России, было в планах ВНИИ кормов на протяжении ряда лет, много в этом направлении было сделано Н. С. Бехтиным, который собрал большую коллекцию дикорастущих форм [5], создал подробный литературный обзор, получил несколько интересных форм (на основе одной из них создан российско-белорусский сорт Белрос 76).

Исследования проводились на базе ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» в г. Лобня Московской области, координаты места проведения исследований: 56º2'40" и 37º28'57". Исследования проводили согласно методическим указаниям по селекции злаковых трав [6] и методическим указаниям по селекции многолетних кормовых культур [7]. Обработка полученных результатов проводилась по общепринятым методикам [8]. В качестве стандарта использовался сорт Богатырь, выведенный в ФГБУН «Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий» РАН. Для исследований также использовались сорта Витязь, Урал, Первенец, Белрос 76 и ряд других сортов, дикорастущих форм и гибридов, с их участием полученные в предыдущие годы.

Основное преимущество этой культуры — долголетие, кроме того, двукисточник отлично растет в местах с излишним увлажнением, где другие культуры испытывают угнетение.

Главными недостатками этой культуры являются быстрое снижение качества получаемого корма, его поедаемости в зависимости от возраста травостоя и сравнительно невысокая облиственность. В то же время этот вид при выращивании на переувлажненных участках способен накапливать в листьях в период перед колошением до 20 % протеина, но к полному цветению содержание протеина может снижаться до 8 %. Основное использование этой культуры в животноводстве сенокосное. При этом очень интересно существенное отличие двукисточника — высокая отавность: он способен давать до трех–четырех укосов, причем последующие укосы не столь резко уступают первому, как у многих других кормовых трав.

При дальнейшей работе основное внимание уделялось местным формам из пойм подмосковных рек Раздериха, Уча, Клязьма. Эти образцы отличались высокой приспособленностью к местным условиям, хорошей отавностью, удовлетворительным качеством корма при своевременной уборке. Но семенная продуктивность таких дикорастущих форм была сравнительно невысокой, что в основном обуславливалось невысоким количеством генеративных побегов. При выращивании таких образцов на менее увлажненных участках (2010–2012 гг.) урожай семян несколько возрастал, но не превышал 2,5 ц/га. Сходные результаты при работе с дикорастущими формами были получены и в Сибири Л. Д. Уразовой и О. В. Литвенчук [9], а на севере европейской части России — Р. А. Беляевой [10].

Лучшие результаты получены среди гибридов с участием сортов Урал и Витязь. При использовании других сортов количество растений, пораженных различными возбудителями болезней, заметно возрастало.

После предварительных испытаний был отобран образец № 4, полученный на основе естественного переопыления растений сорта Урал некоторыми из местных, ранее отобранных и оцененных дикорастущих образцов этой культуры. При дальнейшем испытании потомства были отбракованы формы с медленным отрастанием после скашивания и с низкой облиственностью.

Для увеличения семенной продуктивности была произведена гибридизация лучших из отобранных ранее образцов с сортом Урал в питомнике поликросса, с последующим отбором из гибридного потомства образцов с повышенной семенной продуктивностью, высокой облиственностью и урожайностью.

Полученный образец отличается хорошей отавностью, хорошей семенной продуктивностью. Высота генеративных побегов может достигать 180 см, но чаще она находится в пределах 150 см.

Облиственность к началу цветения была равна 57 %. В более молодом возрасте она была существенно больше: до 76 %. У образца очень четкая обратная корреляция между облиственностью и продуктивностью сухого вещества $r = –0,84$.

В условиях Московской области образец дает три укоса, причем второй и третий укосы отличаются от первого не более чем на 50 % (табл. 1, 2).

Образец отзывчив на повышенные дозы удобрений, сбор сухого вещества на плодородных пойменных почвах при этом составляет более 10 т/га. При снижении уровня минерального питания и выращивании на суходоле сбор сухого вещества заметно снижался (табл. 3, 4), но все равно, учитывая продуктивное долголетие этой культуры, полученный результат очень хорош. Семенная продуктивность заметно менялась по

годам и существенно зависела от погодных условий (1,54–2,89 ц/га). Причем суммарное количество осадков не определяло урожай семян. Механизмы этой зависимости более тонкие и требуют дополнительного изучения физиологических аспектов.

**1. Оценка нового образца двукисточника тростникового Луговской 1 по сбору зеленой массы (ц/га)**

| Год посева | Луговской 1, посев 2015 г. | | Луговской 1, посев 2017 г. | | Луговской 1, посев 2019 г. | | Среднее | +/– % к стандарту (сорт Богатырь) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Год учета | 2016 г. | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. | 2021 г. | | |
| 1-й укос | 67,0 | 70,4 | 47,8 | 50,9 | 75,6 | 44,2 | 59,3 | +7 |
| 2-й укос | 40,4 | 52,0 | 54,8 | 34,7 | 56,8 | 43,4 | 47,0 | +18 |
| 3-й укос | 37,8 | 33,1 | 23,6 | 30,5 | 41,0 | 36,9 | 33,8 | +18 |
| Сумма за год | 145,2 | 155,5 | 126,2 | 116,1 | 173,4 | 124,5 | 140,2 | +13,4 |
| $НСР_{05}$ | 11,5 | 10,2 | 10,8 | 8,7 | 7,5 | 8,0 | — | — |

**2. Оценка сорта-стандарта двукисточника тростникового Богатырь по сбору зеленой массы (ц/га) в сравнении с сортом Луговской 1**

| Год посева | Богатырь, посев 2015 г. | | Богатырь, посев 2017 г. | | Богатырь, посев 2019 г. | | Среднее | +/– % к образцу № 4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Год учета | 2016 г. | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. | 2021 г. | | |
| 1-й укос | 64,7 | 55,0 | 45,3 | 50,1 | 66,0 | 50,1 | 55,2 | –7 |
| 2-й укос | 35,2 | 37,0 | 34,0 | 29,2 | 50,9 | 33,7 | 36,7 | –18 |
| 3-й укос | 38,2 | 44,1 | 21,4 | 25,1 | 39,6 | 18,5 | 31,2 | –18 |
| Сумма за год | 138,3 | 136,1 | 100,7 | 104,4 | 156,5 | 102,3 | 123,6 | –13,4 |
| $НСР_{05}$ | 11,5 | 10,2 | 10,8 | 8,7 | 7,5 | 8,0 | — | — |

**3. Оценка нового образца двукисточника тростникового Луговской 1 по сбору сухого вещества (ц/га)**

| Год посева | Луговской 1, посев 2015 г. | | Луговской 1, посев 2017 г. | | Луговской 1, посев 2019 г. | | Среднее | +/– % к стандарту (сорт Богатырь) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Год учета | 2016 г. | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. | 2021 г. | | |
| 1-й укос | 15,4 | 15,5 | 12,0 | 12,8 | 15,8 | 9,7 | 13,5 | +11,6 |
| 2-й укос | 7,6 | 9,4 | 11,0 | 7,0 | 9,7 | 7,7 | 8,7 | +11,6 |
| 3-й укос | 6,5 | 6,6 | 4,6 | 4,2 | 7,0 | 7,4 | 6,1 | +29,8 |
| Сумма за год | 29,5 | 31,5 | 27,6 | 24,0 | 32,5 | 24,8 | 28,3 | +14,6 |
| $НСР_{05}$ | 1,4 | 1,2 | 1,2 | 0,8 | 0,9 | 0,5 | — | +11,6 |

**4. Оценка сорта двукисточника тростникового Богатырь по сбору сухого вещества (ц/га) в сравнении с сортом Луговской 1**

| Год посева | Луговской 1, посев 2015 г. | | Луговской 1, посев 2017 г. | | Луговской 1, посев 2019 г. | | Среднее | +/– % к сорту Луговской 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Год учета | 2016 г. | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. | 2021 г. | | |
| 1-й укос | 13,1 | 10,8 | 10,8 | 11,0 | 15,2 | 11,5 | 12,1 | –11,6 |
| 2-й укос | 6,3 | 7,0 | 6,8 | 4,9 | 10,2 | 6,3 | 6,9 | –11,6 |
| 3-й укос | 7,5 | 8,4 | 3,4 | 4,6 | 7,2 | 3,4 | 5,7 | –29,8 |
| Сумма за год | 26,9 | 26,2 | 21,0 | 20,5 | 32,6 | 21,2 | 24,7 | –14,6 |
| $НСР_{05}$ | 0,9 | 0,8 | 1,1 | 1,4 | 0,7 | 0,6 | — | — |

По результатам комплексных испытаний образца № 4 в Московской области и некоторых опытов в Смоленской области, образец был передан в государственное сортоиспытание под названием Луговской 1.

Закладываются питомники для производства оригинальных семян нового сорта Луговской 1 на участках с высоким уровнем стояния грунтовых вод, что предпочтительно для выращивания этой культуры и крайне неудобно для семеноводства других видов трав; планируется изучение физиологических параметров данной культуры, влияющих на репродукционный процесс.

Литература


1. Двукисточник тростниковый / А. И. Головня, Н. Н. Лазарев, В. А. Васильева, Н. И. Разумейко. – М. : Изд-во РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, 2010. – 150 с.
2. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Том I. «Сорта растений» (официальное издание). – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2023. – 631 с.
3. Федеральное государственное бюджетное учреждение Российский сельскохозяйственный центр: официальный сайт. – М., 2023. – URL: https://certificate.rosselhoscenter.com/public/index.php (дата обращения: 29.11.2023).
4. Министерство сельского хозяйства и продовольствия республики Беларусь. Государственное учреждение «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений». Государственный реестр сортов. – Минск, 2020. –270 с.
5. Бехтин Н. С. Двукисточник тростниковый (*Phalaris arandinacea* L.) // Основные виды и сорта кормовых культур. Итоги научной деятельности Центрального селекционного центра. – М. : Наука, 2015. – С. 203–207.
6. Методические указания по селекции многолетних злаковых трав / В. М. Косолапов, С. И. Костенко, С. В. Пилипко [и др.]. – М. : РГАУ-МСХА, 2012. – 52 с.
7. Методические указания по селекции и первичному семеноводству многолетних трав / З. Ш. Шамсутдинов, С. В. Пилипко, С. И. Костенко [и др.]. – М. : Россельхозакадемия, 1993. – 112 с.
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям. Изд. 6-е, стер. (перепеч. с 5-го изд. 1985 г.). – М., 2011.
9. Уразова Л. Д., Литвинчук О. В. Оценка селекционного материала двукисточника тростникового на устойчивость к болезням в условиях таежной зоны // Научная жизнь. – 2018. – № 10. – С. 57–63.
10. Беляева Р. А. Изучение природных популяций двукисточника тростникового в коллекционном питомнике //Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2008. – № 11. – С. 33–35.


## REED CANARY GRASS AND TASKS OF BREEDING NEW VARIETIES OF THIS CULTURE AT THE PRESENT STAGE


**N. Yu. Kostenko, S. I. Kostenko,**
**E. E. Malyuzhenets, E. V. Usoltseva**



*Reed grass (reed canary grass) – Phalaris arundinacea L., is a perennial cereal grass that naturally lives in damp places, along the banks of reservoirs or in places with close groundwater. It is found both in Eurasia and on the American continent. In Russia, this species grows everywhere, with the exception of saline areas. The species is distinguished by very vigorous growth; in terms of protein content, dwarf grass is superior to meadow timothy and orchard grass, but with the age of the grass stand, the quality of food obtained from dwarf grass sharply decreases, and the palatability of the green mass also decreases.*



**Keywords:** *selection, regional conditions, reed canary grass, regrowth, seed productivity.*

УДК 633.264:631.527
DOI: https://doi.org/10.33814/MAK-2023-32-80-73-78

# ОВСЯНИЦА КРАСНАЯ — ГАЗОНЫ, ПАСТБИЩА, БОРЬБА С ЭРОЗИЕЙ*

**Н. Ю. Костенко,** кандидат сельскохозяйственных наук
**С. И. Костенко,** сельскохозяйственных наук
**Е. Е. Малюженец,** кандидат сельскохозяйственных наук
**А. О. Румянцев**

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

*Овсяница красная — очень широко распространенная на территории Евразии трава. Этот вид встречается от самых северных территорий до степей и полупустынь, при этом отдельные растения овсяницы красной могут жить более 30 лет. В реестре селекционных достижений зарегистрирован 91 сорт этой культуры, в ФНЦ «ВИК им. В. Р.Вильямса» на данный момент выведено четыре сорта, но исследования продолжаются как в плане выведения новых сортов, так и в плане технологии ее выращивания.*
**Ключевые слова:** *селекция, овсяница красная, пастбище, газон, региональные условия, заготовка кормов, дерновые покрытия.*

Исторически овсяница красная не считалась в России значимой кормовой культурой, несмотря на ее широкое распространение [1] по всем регионам и высокую устойчивость к самым неблагоприятным условиям произрастания. В основном она шла на пастбищный корм мелкому рогатому скоту и лошадям [2; 3], хотя и крупный рогатый скот отлично поедает эту траву до фазы цветения. Использование ее в последние годы в качестве газонной травы существенно увеличило потребность в семенах этой культуры. Многие современные сорта могут использоваться как газонные травы, создавая крепкую дернину, устойчивую к механическим нагрузкам, причем с красивым травостоем; они могут также использоваться как кормовые растения для овец, коз, лошадей. Крепкая дернина делает эту культуру чрезвычайно устойчивой к фактору воздействия копыт сельскохозяйственных животных, т. е. красная овсяница очень устойчива к вытаптыванию.

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

Большинство сортов красной овсяницы, внесенных в российский реестр селекционных достижений, имеет иностранное происхождение (71 сорт из 91) [4]. Всего два сорта значатся как сорта кормового направления, шесть сортов официально относятся к группе газонно-кормовых, но большинство сортов зарегистрировано как чисто газонные. Селекционная работа с этой культурой началась в России сравнительно поздно, первый чисто российский сорт был зарегистрирован в 1987 г. (сорт Свердловская), до этого в СССР такая работа проводилась в Литве — сорт Шилис, который районирован с 1978 г., а в стране широко использовались сорта из Финляндии (наиболее известным был распространенный сорт Юлишка).

В настоящее время большая часть семян этой культуры производится за пределами России, что уже наложило определенные сложности, так как потребность в семенах овсяницы красной довольно значительна. По данным ФГБУ «Россельхозцентр», в 2017–2020 гг. ежегодно сертифицировалось более 1200 т семян этой культуры [5]. В последнее время семена газонных трав были признаны в Евросоюзе предметом роскоши и поставки их в Россию признаны нежелательными и даже запрещенными. Поэтому вопрос обеспеченности страны семенами этой культуры стал очень острым. Естественно, российские производители могут производить семена только сортов, выведенных в нашей стране, но, учитывая, что селекция новых сортов овсяницы красной в России началась сравнительно недавно и в лабораториях научных учреждений очень малочисленны видовые коллекции, широкого ассортимента сортов, отличающихся между собой по скорости роста, высоте травостоя, устойчивости к отдельным абиотическим и биотическим факторам, колеру, в России нет.

В настоящее время учеными выделяется от трех до девяти и более подвидов этой культуры [6]; наиболее часто выделяются:

– *Festuca rubra* subsp. *commutata* Gaudin. или овсяница красная жесткая, которая по существу является плотнокустовым злаком и практически не имеет корневищ;

– *Festuca rubra trichophylla* или овсяница красная волосовидная с маленькими корневищами, но с густой надземной частью, хорошо выносящая низкое скашивание;

– *Festuca rubra* subsp. *rubra* или овсяница красная, это корневищная форма, которая легко заполняет пустоты в травостое, но плотность травостоя у этого подвида немного ниже, чем у других подвидов, кроме того, она несколько хуже переносит частные скашивания.

Надо учитывать, что подвиды могут образовывать гибриды между собой и зачастую многие гибридные формы довольно трудно отнести к определенному подвиду, этим же и объясняется то, что, кроме указан-

ных ранее трех подвидов, в иностранной литературе часто встречаются классификации, включающие до 22 подвидов.

Как кормовое растение естественных лугов и пастбищ овсяница красная изучается в системе ВНИИ кормов (Государственного лугового института) с середины 20-х годов прошлого века. Семеноводческие исследования начались с овсяницей красной еще в семидесятых годах, правда они проводились с сортами или иностранными или с выведенными в прибалтийских республиках. Селекционные исследования с этим видом проводятся во ВНИИ кормов с 1993 г., а первый сорт (Сигма) был районирован уже в 2003 г. [7].

Цель наших исследований — изучить коллекцию сортов и дикорастущих форм, имеющихся в коллекциях ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса», а также собранных во время собственных экспедиций в некоторые регионы страны (Тверская, Тамбовская, Ярославская, Воронежская, Ростовская, Рязанская области), отобрать наиболее перспективные образцы по комплексу признаков, оценить их на пригодность к газонному использованию, оценить качество корма, получаемого из травы этих образцов, оценить их устойчивость к наиболее распространенным в зоне заболеваниям, оценить лучшие из них по семенной продуктивности.

Исследования и обработка данных проводились согласно общепринятым методикам [8; 9; 10], на базе ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» в районе г. Лобня Московской области с 2000 г. [11]. Для исследований использовались иностранные сорта, российские сорта, а также образцы, собранные во время наших экспедиций по различным регионам Российской Федерации.

Всего изучалось свыше 200 форм. После первичной оценки подобраны формы, сходные по комплексу признаков, но происходящие из различных регионов, и из них сформированы исходные популяции, часть отобранных образцов использованы в качестве исходных.

Основные задачи, поставленные при выведении сорта (гибрида): максимальная устойчивость к засухе, болезням и неблагоприятным условиям перезимовки, а также высокая семенная продуктивность.

В 2020 г. завершилась работа над селекционным образцом овсяницы красной, который получен путем многократного (семикратного) негативного отбора из искусственной популяции, составленной из 16 морфологически сходных образцов — высокодекоративных селекционных сортов, дикорастущих форм с высокой устойчивостью к неблагоприятным условиям, происходящих из различных областей средней полосы России (сходных по морфологическим признакам). Использованные сорта и формы : Сигма, Липроза, Гондолин, Ирбитская, Синдерелла, Диана, Диего, дикорастущие формы из средней полосы № 345, № 217, № 144 и 6 изогенных линий). Затем проводилось переопыление

внутри популяции с пространственной изоляцией от других форм и последующим индивидуальным отбором из гибридного потомства.

В результате получена фенотипически однородная популяция с высокодекоративным травостоем, причем и с достаточно стабильной продуктивностью и выходом сухого вещества, с высокой устойчивостью к снежной плесени и к ржавчинам. Семенная продуктивность нового образца (сорт ВИК 16) была заметно выше, чем у стандартного сорта Сигма (табл. 1, 2)

**1. Оценка нового сорта овсяницы красной ВИК 16 по некоторым хозяйственно-декоративным признакам**

| Показатели | Год посева | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2015 | | | 2016 | | | 2017 | | |
| | Год жизни | | | | | | | | |
| | 1-й | 2-й | 3-й | 1-й | 2-й | 3-й | 1-й | 2-й | 3-й |
| Общая декоративность травостоя, балл | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 |
| Урожай семян, ц/га | 2,4 | | | 3,5 | | | 4,0 | | |
| Появление массовых всходов (дней после посева) | 15 | | | 23 | | | 13 | | |
| Проективное покрытие, % | 80 | 95 | 100 | 85 | 95 | 100 | 80 | 100 | 100 |
| Устойчивость к частым скашиваниям | отличная | | | отличная | | | отличная | | |
| Устойчивость к засорению | высокая | | | высокая | | | высокая | | |
| Зимостойкость | высокая | | | высокая | | | высокая | | |
| Устойчивость к поражению болезнями, балл | 5 | | | 5 | | | 5 | | |

Максимальная семенная продуктивность нового сорта достигала 4,2 ц товарных семян с 1 га. Новый сорт ВИК 16 образовывал более густой травостой, который чуть лучше противостоял внедрению сорной растительности. Сорт ВИК 16 превосходил сорт Сигма по устойчивости к неблагоприятным условиям перезимовки.

В один из годов исследований, когда особенно проявилась снежная плесень, отмечена большая устойчивость нового сорта к этой болезни. Новый сорт мало требователен к типу почв, он одинаково хорошо растет как на суглинистых, так и на супесчаных почвах.

Сорт очень отзывчив на ранневесеннее удобрение небольшими дозами легкорастворимых форм азотных удобрений (мочевина, аммиачная селитра) в сравнительно небольших дозах: 50–80 кг/га.

Для получения стабильных и высоких урожаев семян обязательно внесение фосфорных и калийных удобрений, а также подкормка в конце мая комплексными легкорастворимыми удобрениями.

**2. Оценка сорта овсяницы красной Сигма (стандарт) по некоторым хозяйственно-декоративным признакам**

| Показатели | Год посева | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2015 | | | 2016 | | | 2017 | | |
| | Год жизни | | | | | | | | |
| | 1-й | 2-й | 3-й | 1-й | 2-й | 3-й | 1-й | 2-й | 3-й |
| Общая декоративность травостоя, балл | 4 | 5 | 5 | 3 | 4 | 4 | 3 | 5 | 4 |
| Урожай семян, ц/га | 3,0 | | | 2,4 | | | 3,2 | | |
| Появление массовых всходов (в днях после посева) | 15 | | | 25 | | | 15 | | |
| Проективное покрытие, % | 80 | 95 | 100 | 85 | 95 | 100 | 80 | 95 | 100 |
| Устойчивость к частым скашиваниям | отличная | | | хорошая | | | отличная | | |
| Устойчивость к засорению | высокая | | | хорошая | | | хорошая | | |
| Зимостойкость | высокая | | | хорошая | | | высокая | | |
| Устойчивость к поражению болезнями, балл | 5 | | | 4 (снежная плесень) | | | 5 | | |

Сорт овсяницы красной может быть использован как для создания высококачественных декоративных покрытий, так и для задернения участков, склонных к поражению различными типами эрозионного процесса. В Центральном, Северо-Западном, Волго-Вятском, Средневолжском регионах семенные посевы могут обходится без поливов. Газоны необходимо поливать при отсутствии осадков в срок более месяца, также нужно поливать при снижении полной полевой влагоемкости ниже 50 %. При невозможности провести полив следует ограничить частоту и высоту скашиваний. Даже при отсутствии осадков в течение двух месяцев и снижении ППВ ниже 40 %, после выпадения дождя декоративность газона из овсяницы красной сорта ВИК 16 восстанавливалась за 10 суток.

При производстве семян, создании пастбищ и при газонном использовании обязательно подкашивание до высоты 4–6 см перед прекращением вегетации с целью предотвращения развития снежной плесени и других грибных заболеваний.

Литература


1. Агроэкологический атлас России и сопредельных стран: экономически значимые растения, их вредители, болезни и сорные растения [Интернет-версия 2.0] / А. Н. Афонин, С. Л. Грин, Н. И. Дзюбенко, А. Н. Фролов (ред.). – 2008. – http://www.agroatlas.ru (дата обращения: 09.11.2023).
2. Справочник по кормопроизводству. 4-е издание, перераб. и дополн. / В. М. Косолапов, И. А. Трофимов, Л. С. Трофимова [и др.]. – Москва, 2011. – С. 718.
3. Медведев П. Ф., Сметанникова А. И. Кормовые растения европейской части СССР. – Л. : Колос, 1981. – С. 200–202. – 336 с.
4. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Том I. «Сорта растений» (официальное издание). – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2023. – 631 с.
5. Федеральное государственное бюджетное учреждение Российский сельскохозяйственный центр: официальный сайт. – Москва, 2023. – URL: https://certificate.rosselhoscenter.com/public/index.php (дата обращения: 09.11.2023).
6. Кобозев И. В., Латифов Н. Л., Уразбахтин З. М. Проведение полевых опытов по формированию газонов и оценка их качества : Моск. с.-х. акад. им. К. А. Тимирязева. – М. : Изд-во МСХА, 2002. – 81 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 [и др.]. – М. : ООО «Угрешская типография», 2019. – 92 с.
8. Методические указания по селекции многолетних злаковых трав / В. М. Косолапов, С. И. Костенко, С. В. Пилипко [и др.]. – М. : ТСХА, 2012. – 51 с.
9. Методические указания по селекции и первичному семеноводству многолетних трав / З. Ш. Шамсутдинов, С. В. Пилипко, А. С. Новоселова [и др.]. – М. : Россельхозакадемия, 1993. – 112 с.
10. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 350 с.
11. Кулаковская Т. В., Костенко Е. С., Костенко С. И. Результаты испытания различных видов и сортов газонных трав в условиях Московской области // Доклады ТСХА. МСХ РФ Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева. – Москва, 2005. – С. 399–402.


## RED FESCUE — LAWNS, PASTURES, EROSION CONTROL


**N. Yu. Kostenko, S. I. Kostenko, E. E. Malyuzhenets, A. O. Rumyantsev**



*Red fescue is a very widespread grass in Eurasia; this species is found from the northernmost territories to steppes and semi-deserts, while individual red fescue plants can live for more than 30 years. 91 varieties of this crop are registered in the register of breeding achievements; 4 varieties have currently been bred at the V.R. Williams Federal Research Center for Breeding Achievements, but research continues both in terms of breeding new varieties and in terms of the technology for its cultivation.*



**Keywords:** *selection, red fescue, pasture, lawn, regional conditions, fodder procurement, turf.*

УДК 631; 633.289
DOI: https://doi.org/10.33814/MAK-2023-32-80-79-86

# ЖИТНЯК — ВАЖНЕЙШАЯ ПОЛЕВАЯ КУЛЬТУРА В РОССИИ

**С. В. Сапрыкин,** кандидат сельскохозяйственных наук
**Н. В. Сапрыкина,** кандидат сельскохозяйственных наук
**О. Н. Любцева**

*Воронежская опытная станция по многолетним травам – филиал ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса», г. Павловск Воронежской обл., Россия, gnu@bk.ru*

*Представлены результаты изучения в 2022–2023 гг. селекционных образцов житняка гребневидного в питомнике предварительного сортоиспытания. По результатам исследований выделены пять сортообразцов (СП-1, СП-12, СП-13, СП-20, СП-22), значительно превысивших по этим показателям стандарт — сорт Павловский 12: по урожайности зеленой массы — на 6,9–43,9 ц/га, сухого вещества — на 0,6–13,4 ц/га, семян — на 0,2–2,4 ц/га. Лучшим в опыте был селекционный образец СП-22, который превысил стандарт по сбору зеленой фитомассы на 35,7 %, сухого вещества на 33,2 %, семян на 58,5 %. Выделенные сортообразцы будут проходить дальнейшую проверку по хозяйственно ценным признакам в питомнике конкурсного сортоиспытания.*

**Ключевые слова:** *житняк гребневидный, селекция, сортообразец, зеленая масса, сухое вещество, семена.*

Кормопроизводство — масштабная и высокофункциональная отрасль сельскохозяйственного производства. Важную роль в кормопроизводстве и полевом травосеянии играют многолетние кормовые травы. Они используются как пастбищные культуры для выпаса животных, а также для производства силоса, сенажа, травяной муки. Многолетние травы дают корм с ранней весны и до поздней осени, обладают высокой кормовой продуктивностью, содержат достаточное количество протеина и обладают энергетической ценностью [1; 2].

Многолетние травы имеют высокую эффективность возделывания, технологичность, отличаются низкими экономическими затратами благодаря многолетности использования, необходимы для производства объемистых кормов [3–5].

Установлена средообразующая функция многолетних трав, их положительное действие на почвенный микробиом [6–8].

Виды кормовых трав, которые отличаются засухоустойчивостью, приобретают особое значение в связи с аридизацией климата в южных регионах России [9–11].

Среди многолетних злаковых трав наиболее перспективными многолетними культурами для кормопроизводства в засушливых зонах являются представители рода житняк (*Agropyron* Gaertn.) [12; 13].

Виды рода *Agropyron* имеют североафриканское и евро-азиатское происхождение, благодаря своим полезным свойствам и засухоустойчивости, широко распространились по всему миру, включая Россию. В аграрную культуру страны виды житняка широко вошли в XX в.: житняк гребневидный или гребенчатый (*Agropyrom cristatum* L.), который относится к ширококолосым, и два вида житняков узкоколосых — пустынный (*A. desertorum* (Fisch.) Schult) и сибирский (*A. fragile* (Roth) Candargy). В естественной среде на территории Российской Федерации произрастают тринадцать видов житняка, преимущественно в сухих степях, на обнажениях мела, в южной лесостепи, районах Западной Сибири, на Кавказе и т. д. [14; 15].

Достаточно хорошо изучены генетические и ботанико-биологические особенности житняка. Его прямые стебли имеют высоту от 80 до 100 см и под колосом — шероховатую поверхность. Листья узколинейные, могут быть как свернутые, так и плоские, их ширина изменяется от 1,5 до 5,0 мм. Сверху литья шероховатые или покрыты волосками, снизу имеют гладкую поверхность. Колосья линейные или яйцевидной формы, достаточно густые, но с ясно заметными промежутками между колосками, длиной от 1,5 до 6,5 см и шириной от 1,0 до 2,5 см, суженные кверху, гребневидной формы. Колоски имеют цвет от зеленого до сизо-зеленого, формируют от трех до десяти голых цветков, длиной от 0,8 до 1,5 см. Голые колосковые чешуи обычно яйцевидно-ланцетной формы, имеют длину от 0,3 до 0,5 см и на конце сужаются в ость, по килю шероховатые. Голые нижние цветковые чешуи длиной от 0,5 до 0,7 см, также быстро сужаются в ость [16; 17].

Опыты по введению житняка, а также ряда других местных засухоустойчивых дикорастущих видов злаковых и бобовых трав, в культуру были начаты в 1896 г. на Валуйской опытной станции под руководством профессора В. С. Богдана.

За годы селекционной работы с видами житняка в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации включены одиннадцать сортов житняка гребневидного, три сорта житняка сибирского и восемь сортов житняка узкоколосого [16].

Житняк пустынный — самый засухоустойчивый вид, может расти на почве с большим содержанием солей, отличается морозоустойчивостью, но затопления не переносит.

Житняк сибирский, в отличие от предыдущего вида, имеет большую потребность в почвенной влаге, высокую зимостойкость, но не переносит засуху и затопление. Благодаря этим качествам, вид распространен в земледелии юго-восточных районов.

Отличительными чертами житняка гребенчатого являются высокое кормовое достоинство, низкие требования к почвенно-

климатическим условиям: засухоустойчивость, зимостойкость, устойчивость к весенним заморозкам; он препятствует ветровой и водной эрозии почвы, а также способен выдерживать затопление до 20–30 суток [17].

Представители этого вида относятся к корневищным многолетним рыхлокустовым злакам, обладают мощной корневой системой, которая распространена преимущественно в верхних почвенных слоях, что позволяет им хорошо усваивать почвенную влагу и питательные вещества. Это позволяет житняку гребневидному даже в самые неблагоприятные по климатическим условиям годы, формировать достаточно высокие и стабильные урожаи зеленой массы и сухого вещества. Плодоношение у житняка наступает на второй год. Длина семян изменяется в среднем от 0,6 до 0,8 см, ширина — около 0,1 мм с массой 1000 семян в пределах от 0,8 до 1,8 г. На семена житняк рекомендуют возделывать не более трех лет. Средняя урожайность семян у районированных сортов составляет 3,0–7,5 ц/га.

Сорта житняка гребневидного пригодны для выпаса на одном месте до пяти–шести лет. В зеленой массе в период колошения житняка содержится до 25 кормовых единиц и до 4,5 кг переваримого протеина в 100 кг, в сене — до 50 кормовых единиц и до 7 кг переваримого протеина. В зависимости от погодных условий урожайность сена житняка колеблется от 12 до 30 ц/ га. Сено из житняка используют на корм как крупному рогатому скоту, так и овцам и лошадям. Чтобы использовать солому житняка, ее силосуют с кукурузой для лучшей поедаемости.

Совместно с другими злаковыми культурами житняк используется для облагораживания территорий ботанических садов, садовых участков, каменистых горок, а также для приготовления газонных травосмесей, поскольку растения житняка показывают хорошую устойчивость к стрижке. Житняк гребневидный также широко применяется в дорожном озеленении для укрепления склонов и откосов, однако в большей степени используется как сенокосно-пастбищная культура. На кормовые цели житняк гребневидный высевается как в чистом виде, так и в составе травосмесей с эспарцетом, люцерной или донником [18; 19].

Учитывая значимость житняка гребневидного, селекционная работа в степной зоне направлена на создание адаптивных сортов, обладающих высокой кормовой и семенной продуктивностью по годам, засухоустойчивостью, зимостойкостью, пластичностью, иммунностью к основным болезням и вредителям, качеством корма.

Сорта житняка гребневидного востребованы в засушливых регионах с общим количеством осадков до 300 мм, т. е. в зоне сухих степей [20]. Возделывание в аридных условиях требует создания высокопродуктивных сортов, которые положат основу для прочной кормовой ба-

зы, особенно в аридных регионах России, с устойчивой семенной продуктивностью вне зависимости от влагообеспеченности, с максимальным выходом продукции при наименьших затратах [21].

Селекционная работа с житняком гребневидным на Воронежской опытной станции по многолетним травам – филиале ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» ведется на протяжении более полувека. Одним из первых в стране был создан и районирован сорт Павловский 12.

В 2022 г. в Государственный реестр селекционных достижений внесен новый сорт житняка гребневидного Ненароковский, допущенный к использованию по Российской Федерации во всех зонах возделывания. Растения сорта прямостоячие, формируют куст средней плотности высотой в период выметывания колоса от 95 до 110 см. Продолжительность вегетационного периода для уборки на сено в фазу начала полного колошения составляет от 47 до 55 суток.

При возделывании сорта Ненароковский на семена созревание наступает в первой декаде июля. Сорт имеет хорошую зимостойкость, засухоустойчивость. Его рекомендуют для использования в полевом и луговом кормопроизводстве, для получения зеленого корма, сена, объемистых консервированных кормов. Сорт можно возделывать в засушливых условиях, на эродированных землях.

Продолжаются исследования по созданию исходного материала, проходит отбор высокопродуктивных селекционных образцов, обладающих устойчивостью к био- и абиотическими стрессорам.

**Целью исследований** является оценка по комплексу селекционно-ценных признаков и свойств новых селекционных образцов житняка гребневидного в питомнике предварительного сортоиспытания и выделение наиболее перспективных сортообразцов для передачи в конкурсное сортоиспытание.

**Материалы и методы.** Питомник предварительного сортоиспытания заложен в 2021 г., учеты проводили в 2022 и 2023 гг. в полевом севообороте Воронежской ОС по многолетним травам – филиале ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Посев проводили весной, беспокровно на делянках площадью 5 $м^2$ в двукратной повторности, широкорядным способом с междурядьями 70 см. В качестве стандарта использовали сорт житняка гребневидного Павловский 12.

Почва участка — чернозем обыкновенный, среднемощный, среднесуглинистый, малогумусный. Содержание в почве $P_2O_5$ среднее, $K_2O$ повышенное. Реакция pH водной вытяжки верхнего горизонта — 5,8–6,4. Содержание гумуса в пахотном слое — 4,3 % (по Тюрину). Мощность гумусового горизонта — 50–73 см. Плотность почвы верхнего горизонта составляет 2,55–2,65 г/$см^3$, объемная масса — 1,04–1,16 г/$см^3$.

Полевые исследования проводили согласно методическим указаниям по селекции многолетних трав [22].

Метеорологические условия вегетационных периодов 2022 и 2023 гг. в целом были благоприятными для формирования биомассы и урожайности семян.

**Результаты и обсуждения.** Сорт житняка гребневидного Павловский 12, выбранный в качестве стандарта, районирован в 1958 г. Сорт создан на основе дикорастущей популяции поймы реки Дон. Характеризуется длительным продуктивным долголетием, засухоустойчивостью, зимостойкостью, неприхотливостью к условиям возделывания и используется для посева в смесях при залужении склонов, песчаных и солонцеватых земель, а также в поймах рек при песчаных наносах.

В коллекционных и селекционных питомниках опытной станции прошли комплексную селекционную проверку более 100 селекционных образцов различного эколого-географического происхождения: из естественных местообитаний других регионов России, образцы из коллекций ВИР, местные дикорастущие формы.

На их основе методами отбора лучших популяций по выраженным хозяйственным признакам создан новый селекционный материал, который проходил оценку в питомнике предварительного сортоиспытания. По длительности фенологических фаз испытываемые сортообразцы отличались друг от друга на 1–2 дня, и их развитие проходило практически в одно время со стандартным сортом Павловский 12. Начало вегетации житняка гребневидного в первый и второй годы пользования отмечалось в конце марта, и по интенсивности отрастания существенные различия между сортообразцами не выявлены.

Высоту растений новых сортообразцов житняка гребневидного определяли в фазу колошения в первом и втором укосах. Высота растений селекционных образцов по средним показателям двухлетнего изучения в первом укосе варьировала от 53,2 до 81,4 см, во втором укосе — от 43,2 до 67,5 см, у стандарта, соответственно, 65,9 и 53,8 см.

Продуктивность житняка гребневидного, прежде всего, определяется генетическими особенностями сортообразцов, но также зависит и от погодных условий.

Урожайность зеленой массы у изученных селекционных образцов изменялась в диапазоне от 48,6 ц/га у номера СП-4 до 122,9 ц/га у СП-22 (рисунок).

Стабильные высокие показатели по урожайности зеленой массы были установлены для пяти селекционных номеров: СП-1, СП-12, СП-13, СП-20 и СП-22. Сбор надземной фитомассы у данных сортообразцов в сумме за два укоса превысил показатели стандартного сорта Павловский 12 на 9–56 %. Урожайность сухого вещества у изучаемых сортооб-

разцов изменялась в пределах от 17,2 ц/га у номера СП-4 до 40,4 ц/га у сортообразца СП-22. Пять сортообразцов — СП-1, СП-12, СП-13, СП-20 и СП-22 — по сбору сухого вещества превысили стандарт на 7–50 %.

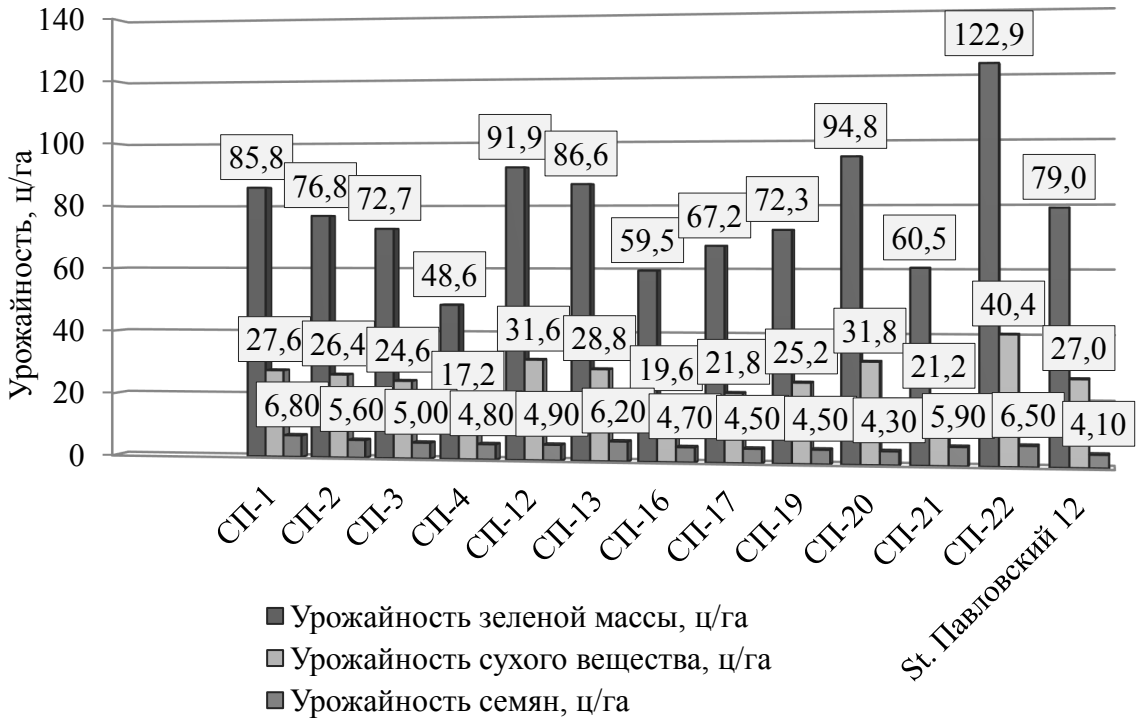



**Рисунок. Продуктивность лучших сортообразцов житняка гребневидного в питомнике предварительного сортоиспытания в среднем за два года пользования (2022–2023 гг.)**

Урожайность семян у изученных в питомнике селекционных форм в среднем изменялась от 4,5 до 6,8 ц/га, при уровне стандарта 4,1 ц/га. По семенной продуктивности все изучаемые в опыте двенадцать сортообразцов превысили сорт-стандарт Павловский 12 в среднем на 10–66 %.

**Заключение.** Таким образом, в питомнике предварительного сортоиспытания были выделены пять сортообразцов: СП-1, СП-12, СП-13, СП-20 и СП-22, сочетающих в себе максимальную урожайность зеленой массы, сухого вещества и семян, и значительно превысившие по этим показателям стандарт — сорт Павловский 12: по урожайности зеленой массы на 6,9–43,9 ц/га, сухого вещества на 0,6–13,4 ц/га, семян на 0,2–2,4 ц/га. Лучшим в опыте был селекционный образец СП-22, который превысил стандарт по сбору зеленой фитомассы на 35,7 %, сухого вещества на 33,2 %, семян на 58,5 %. Лучшие сортообразцы будут проходить дальнейшую проверку по хозяйственно ценным признакам в питомнике конкурсного сортоиспытания.

Литература


1. Бедило Н. А., Ригер А. Н. Двухкомпонентные люцерно-злаковые травосмеси для заготовки объемистых кормов // Новости науки в АПК. – 2018. – № 2 (11). – С. 4.
2. Косолапов В. М., Чернявских В. И., Костенко С. И. Современное состояние и вызовы для отрасли кормопроизводства в России // Кормопроизводство. – 2022. – № 10. – С. 3–8.
3. Золотарев В. Н., Сапрыкин С. В. Травосеяние и семеноводство многолетних трав в структуре растениеводства как основа биологизации земледелия и развития кормопроизводства в региональном аспекте // Кормопроизводство. – 2020. – № 5. – С. 3–15.
4. Золотарев В. Н., Степанова Г. В. Средообразующая роль многолетних трав и эффективность использования микробиологических препаратов в качестве деструкторов их дернины // Адаптивное кормопроизводство. – 2021. – № 4. – С. 26–45.
5. The Role of Perennial Grasses in the Protection of Soil Resources of Erosive Ecosystems with Active Development of Linear Erosion / V. M. Kosolapov, V. I. Cherniavskih, E. V. Dumacheva [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : 2, Moscow, 17–20 июня 2021 года. – Moscow, 2021. – P. 012007. – DOI: 10.1088/1755-1315/901/1/012007.
6. Думачева Е. В., Чернявских В. И. Почвенно-ризосферные взаимодействия некоторых видов Fabaceae при возделывании в культуре на карбонатных почвах // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 9–2. – С. 351–355.
7. Productivity of galega (*Galega orientalis*) in single-species and binary crops with sainfoin (*Onobrychis arenaria*): a case study of forest-steppe of European Russia / V. I. Cherniavskih, E. V. Dumacheva, F. N. Lisetskii [et al.] // Bioscience Biotechnology Research Communications. – 2020. – Vol. 13, No. 1. – P. 15–22. – DOI: 10.21786/bbrc/13.1/4.
8. Chernyavskikh V., Dumacheva E., Lisetskii F. Invasive activity of Galega orientalis Lam. in the presence of deposits in the southwestern part of the Central Russian Upland // International Journal of Environmental Studies. – 2022. – Vol. 79, No. 6. – P. 1089–1098. – DOI: 10.1080/00207233.2021.1987047.
9. Creation of new varieties of combshaped wheat grass (*Agropyron pectinatum* (Bieb.) Beauv.) as a factor of increasing the efficiency of grass growing in arid conditions / S. V. Saprykin, V. N. Zolotarev, I. S. Ivanov, M. G. Ostrikova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "All-Russian Conference with International Participation Economic and Phytosanitary Rationale for the Introduction of Feed Plants" 2021. – С. 012029. – DOI: 10.1088/1755-1315/663/1/012029.
10. Saprykin S. V., Zolotarev V. N., Ivanov I. S. Breeding of comb-wheatgrass (*Agropyron pectiniforme* Roem. et Schult.) for arid conditions of the steppe Zone // E3S Web of Conferences. 1. Сер. "1st International Scientific and Practical Conference "lnnovative Technologies in Environmental Engineering and Agroecosystems", ITEEA 2021. – С. 03004. – DOI: 10.1051/e3sconf/202126203004.
11. Биологические особенности и технология возделывания эспарцета песчаного на семена в степной зоне Центрально-Черноземного региона в условиях аридизации климата / В. Н. Золотарев, И. С. Иванов, С. В. Сапрыкин, А. В. Чекмарева // Кормопроизводство. – 2019 – № 8. – С. 19–27. DOI: 10.25685/KRM.2019.2019.36016.
12. Научные основы селекции и семеноводства многолетних трав в Центрально-

Черноземном регионе России. Научное издание / С. В. Сапрыкин, В. Н. Золотарев, И. С. Иванов, Г. В. Степанова [и др.]. – Воронеж : ОАО «Воронежская областная типография», 2020. – 496 с.
13. Селекция и семеноводство многолетних трав в Центрально-Черноземном регионе России. Монография / И. М. Шатский, И. С. Иванов, Н. И. Переправо [и др.]. – Воронеж : ОАО «Воронежская областная типография», 2016. – 236 с.
14. Impact of endemic calciphilous flora of the Central Russian Upland on the nitrogen regime of carbonate soils and sub-soils / V. I. Cherniavskih, E. V. Dumacheva, F. N. Lisetsky [et al.] // Bioscience Biotechnology Research Communications. – 2019. – Vol. 12, No. 3. – P. 594–600. – DOI: 10.21786/bbrc/12.3/7.
15. Дегтярь О. В., Чернявских В. И. О состоянии степных сообществ юго-востока Белгородской области // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. Серия: Биология. – 2004. – № 2. – С. 254–258.
16. Такаева М. К. Оценка дикорастущих образцов житняка в условиях полупустыни Западного Казахстана // Сборник научных трудов, посвященных 80-летию со дня основания Карабалыкской СХОС. – Карабалык, 2009. – 33 с.
17. Генетические ресурсы житняка *Agropyron* Gaertn. / А. В. Бухтеева., Л. Л. Малышев, Н. И. Дзюбенко, А. А. Кочегина. – СПб. : ВИР, 2016. – 268 с.
18. Использование биоресурсного потенциала ботанического сада для разработки экскурсионных программ / Е. В. Думачева, В. И. Чернявских, А. А. Польшина, М. Е. Комарова // Научный результат. Серия: Технология бизнеса и сервиса. – 2014. – Т. 1, № 1(1). – С. 4–14.
19. Многолетние травы для пастбищ, газонов и рекультивации: селекция и практика / В. М. Косолапов, С. И. Костенко, Е. В. Думачева, В. И. Чернявских // Кормопроизводство. – 2022. – № 10. – С. 14–17.
20. Золотарев В. Н., Переправо Н. И. Состояние травосеяния и перспективы развития семеноводства многолетних трав в России и Нижневолжском регионе // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – № 1 (41). – С. 93–101
21. Российские сорта многолетних трав и аридных культур, впервые включенные в Госреестр селекционных достижений в 2006–2009 гг., и их использование на кормовые и другие цели. (Каталог). – М. : ФГУ РЦ СХК, 2010. – 64 с.
22. Методические указания по селекции многолетних трав / ВАСХНИЛ. ВНИИ кормов. – М., 1985. – 188 с.

## WHEATGRASS IS THE MOST IMPORTANT FIELD CROP IN RUSSIA

**S. V. Saprykin, N. V. Saprykina, O. N. Lyubtseva**

*The results of the study in 2022–2023 of selective specimens of crested wheatgrass in the nursery of preliminary varietal testing. Based on the results of the study five varietal samples were identified — SP-1, SP-12, SP-13, SP-20 and SP-22, which significantly exceeded the standard — variety Pavlovsky 12: in yield of green mass — by 6.9–43.9 centners/ha, dry matter — by 0.6–13.4 centners/ha, seeds — by 0.2–2.4 centners/ha. The best in the experiment was the selection sample SP-22, which exceeded the standard in terms of green phytomass collection — by 35.7 %, dry matter — by 33.2 %, seeds — by 58.5 %. The selected varietal samples will be further tested for economically valuable traits in the nursery of competitive variety testing.*
**Keywords:** *crested wheatgrass, selection, variety type, green mass, dry matter.*

УДК 631; 633.2
DOI: https://doi.org/10.33814/MAK-2023-32-80-87-95

# РОЛЬ ВОРОНЕЖСКОЙ ОПЫТНОЙ СТАНЦИИ ПО МНОГОЛЕТНИМ ТРАВАМ – ФИЛИАЛА ФНЦ «ВИК ИМ. В. Р. ВИЛЬЯМСА» В СЕЛЕКЦИИ И ПЕРВИЧНОМ СЕМЕНОВОДСТВЕ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ В РОССИИ

**С. В. Сапрыкин,** кандидат сельскохозяйственных наук
**Н. В. Сапрыкина,** кандидат сельскохозяйственных наук
**О. Н. Любцева, Е. Ю. Неменущая**

*Воронежская опытная станция по многолетним травам – филиал ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса», г. Павловск Воронежской обл., Россия, gnu@bk.ru*

*Рассмотрены основные этапы развития и главные достижения в области селекции и семеноводства кормовых культур Воронежской опытной станции по многолетним травам. Приведены основные характеристики сортов, созданных учеными станции за 15 лет. Проанализирован процесс создания, размножения и внедрения в производство интенсивных сортов трав нового поколения, отличающихся широкой амплитудой устойчивости к абиотическим и биотическим факторам, высокой продуктивностью и повышенной средообразующей функцией. Обсуждается необходимость развития кормовой базы животноводства в степной зоне Центрально-Черноземного региона на основе селекционной работы с перспективными засухоустойчивыми видами: житняком гребневидным, люцерной желтой и эспарцетом песчаным.*

**Ключевые слова:** *селекция, семеноводство, многолетние травы, сорт, продуктивность.*

Стратегия развития аграрного производства в Российской Федерации нацелена на решение важнейшей задачи — создание независимой от импорта системы кормопроизводства [1; 2]. Основой должны стать отечественные сорта кормовых культур, в первую очередь, многолетних трав, система их семеноводства, разработанные сортовые технологии возделывания, учитывающие изменяющиеся условия климата, негативные био- и абиотические факторы и т. д. [3].

Комплексное положительное влияние многолетних трав на формирование устойчивых агроэкосистем выражается в повышении почвенного плодородия, снижении эрозионных процессов, фитосанитарном эффекте и др. [4–6].

На протяжении более ста лет в России развивались как самостоятельные научные направления полевое и луговое кормопроизводство, была отработана система сортового районирования, основанная на отечественных сортах многолетних и однолетних кормовых культур. Созданные с учетом способности максимально использовать природно-

климатические условия регионов страны сорта и гибриды способны формировать корм надлежащего качества на фоне стабильной семенной продуктивности [7; 8]. Разработанные отечественными учеными оптимизированные сортовые технологии (включающие сбалансированную систему питания, интегрированную защиту, внесение внекорневых подкормок), а также технологии семеноводства не только на 20–30 % повышают надземную продуктивность кормовых трав, но и в 1,5–2,5 раза — сбор качественных семян [9–11].

Достойное место в системе селекции и семеноводства кормовых культур в России уже более 100 лет занимает Воронежская опытная станция по многолетним травам — уникальное научно-производственное учреждение Центрального Черноземья [12].

История станции началась в далеком 1914 г., когда неподалеку от города Павловск с целью оценки природных кормовых угодий был организован опорный пункт, работу которого возглавил выдающийся российский луговед, геоботаник и эколог, один из создателей российской фитоценологии, доктор биологических наук Леонтий Григорьевич Раменский (1884–1953 гг.). Этого выдающегося ученого по праву считают основоположником учения о морфологии географического ландшафта, разработавшим систему экологических рядов и экологически обоснованную классификацию сенокосов и пастбищ. Именно Л. Г. Раменский заложил глубокую научную основу работы небольшого коллектива своих сотрудников-единомышленников, что позволило уже в 1920 г. открыть на базе опорного пункта Павловскую опытную станцию по обследованию и изучению лугов Воронежской области.

Целенаправленная деятельность по инвентаризации кормовых угодий Центрального Черноземья была продолжена Михаилом Ивановичем Ненароковым (1902–1976 гг.). Становление М. Н. Ненарокова как ученого произошло под влиянием Л. Г. Раменского. Геоботанические экспедиции по изучению сенокосов и пастбищ региона в период 1926–1930 гг. позволили определить и ввести в культуру ряд дикорастущих образцов многолетних и однолетних кормовых трав, ставших впоследствии основой новых высокопродуктивных сортов.

После реорганизации луговой станции в Павловское опытное поле по луговодству в составе НИИ сельского хозяйства Центрально-Черноземной полосы им. В. В. Докучаева в 1935 г., М. И. Ненароков стал вначале его научным руководителем, а затем и директором. В этот период на станции шла интенсивная работа по введению в культуру новых видов, по созданию сортов многолетних трав, интродукции новых кормовых культур [13]. В результате под руководством и при непосредственном участии доктора сельскохозяйственных наук М. И. Ненарокова созданы 16 сортов многолетних трав и один сорт сахарного сорго.

Большинство из созданных научным коллективом сортов были районированы на территории других областей и республик Советского Союза. Были введены в культуру новые виды, обладающие широким спектром устойчивости: овсяница восточная, бекмания обыкновенная, лисохвост вздутый, пырей ползучий (пойменная форма) [4; 12].

Выдающимися учеными, которые стояли в основе исследовательской работы на станции, был задан вектор научных исследований, которому неукоснительно следует научный коллектив — создание, размножение и внедрение в производство интенсивных сортов трав нового поколения, отличающихся широкой амплитудой устойчивости к абиотическим и биотическим факторам, высокой продуктивностью и повышенной средообразующей функцией.

В настоящее время ведется научно-исследовательская деятельность по следующим направлениям:

– создание новых, высокоурожайных сортов многолетних трав: эспарцета песчаного, люцерны изменчивой, лядвенца рогатого, костреца безостого, житняка гребневидного, райграса пастбищного и его гибридов с овсяницей луговой (фестулолиум);

– ведение первичного семеноводства по 13 районированным сортам многолетних трав;

– разработка эффективных ресурсосберегающих технологий производства семян сортов и гибридов многолетних трав нового поколения.

Перспективность и ценность научных исследований коллектива станции определяется тем, что в регионе это единственное специализированное учреждение, которое ведет работу по селекции и первичному семеноводству основных многолетних кормовых культур, возделываемых в Центральном Черноземье. Достойным результатом целенаправленной работы ученых станции за 15 последних лет стали шесть сортов многолетних бобовых и злаковых трав. В частности, в 2010 г. был районирован на территории Северного, Волго-Вятского и Центрально-Черноземного регионов сорт костреца безостого Воронежский 17, отличающийся засухоустойчивостью и зимостойкостью (табл. 1).

**1. Продуктивность сортов бобовых и злаковых многолетних трав**

| Культура, сорт | Урожайность, ц/га | | | Регион допуска |
|---|---|---|---|---|
| | зеленой массы | сухой массы | семян | |
| Кострец безостый Воронежский 17 | 400 | 80–110 | 8,0 | 1, 4, 5 |
| Райграс пастбищный Воронежский | 180–200 | 45 | 4,0–7,0 | все регионы |
| Клевер луговой Воронежский | 290–313 | 75 | 3,0–5,0 | 5 |
| Люцерна изменчивая Вела | 200–400 | 160 | 1,1–1,5 | 5 |

Полученный в результате межвидовой гибридизации уникальный сорт степного экотипа Воронежский 17 имеет широкую экологическую амплитуду и селектирован для возделывания на склоновых землях, суходолах, краткозаливных поймах (до 10–12 суток); выдерживает конкуренцию в смешанных посевах с люцерной. Сорт Воронежский 17 относится к интенсивным, отзывчив на внесение минеральных удобрений, формирует свыше 400 ц/га кормовой массы, а на второй–третий год пользования дает до 8 ц/га кондиционных семян [14].

Сорт райграса пастбищного Воронежский, газонного назначения, районирован на всей территории страны в 2011 г. Поскольку сорт устойчив к комплексу абиотических и биотических факторов среды, выдерживает многократное скашивание, отличается высоким побегообразованием, авторы рекомендуют его также и для возделывания на пастбищах. На богарных и орошаемых участках сорт райграса пастбищного Воронежский обеспечивает получение урожая зеленой массы от 180 до 200 ц/га, сена — до 45 ц/га, семян — от 4 до 7 ц/га.

В 2015 г. в Государственный реестр внесен сорт клевера лугового Воронежский, районированный по пятому региону. Раннеспелый и засухоустойчивый сорт отличается хорошим отрастанием весной и после скашивания, обеспечивает сбор зеленой массы от 290 до 300 ц/га, сухого вещества — до 75 ц/га, имеет урожайность семян от 3 до 5 ц/га.

Итогом многолетий и целенаправленной работы с культурой люцерны изменчивой стало создание устойчивого к болезням, вредителям и микоплазмозу сорта Вела, районированного в 2017 г. по Центрально-Черноземному региону [15]. Новый сорт обладает высокой продуктивностью в смешанных посевах, предназначен для возделывания в сенокосных агрофитоценозах. Отличается высокой зимостойкостью, засухоустойчивостью. Способен формировать в смешанных посевах со злаковыми травами урожайность зеленой массы от 200 до 400 ц/га, сухого вещества до 160 ц/га, семян от 1,1 до 1,5 ц/га. Сохранность в смешанных посевах — на уровне 74–80 %.

Возросший в стране и в мире интерес к многолетним травам объясняется не только их кормовым значением. Активно развивающаяся индустрия зеленого строительства и ландшафтной архитектуры диктует новые потребности рынка. Возрастают объемы семян злаковых многолетних трав, которые необходимы для создания городских газонов различного назначения. Лидером востребованности в силу своих особенностей является овсяница красная [16–18].

Откликаясь на потребности активного ландшафтного строительства в регионе, в 2004 г. ученые станции, совместно с научными сотрудниками ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса, вывели сорт овсяницы красной газонного направления Диана. Селекционной основой создания

сорта стал метод поликросса и направленного индивидуального отбора. Ценным качеством сорта является его долговечность — использование на протяжении 10–12 лет при сохранении скорости отрастания, отсутствии летней депрессии, высокой зимо- и засухоустойчивости. Травостой выдерживает от трех до шести скашиваний в течение сезона, поддерживая высокую декоративность.

Востребованной культурой газонного и пастбищного направления является полевица гигантская. Новый сорт этого ценного вида, который получил название Альба, внесен в Государственный реестр в 2016 г. Основным методом создания сорта стало переопыление селекционных образцов из коллекции ВИР с образцами, собранными учеными станции в Центрально-Черноземном регионе [19]. Отличительной особенностью нового сорта является высокая побегообразующая способность и мелколистность на фоне высокой урожайности зеленой массы и семенной продуктивности.

Ученые станции не останавливаются на достигнутых успехах. Ведется селекционная работа по созданию нового сорта костреца безостого газонного и пастбищного направления использования [20].

Традиционно селекционная работа с видами многолетних трав на станции ведется на основе мобилизации генетических ресурсов дикорастущих видов региона [21–23]. Привлекая арсенал современных методов селекционной работы, ученые не отказываются от традиционных направлений селекции: поликросса, массового и индивидуального отборов, гибридизации и т. д. Комплексный подход позволяет создавать исходный материал не только не уступающий, но и превосходящий зарубежные аналоги по зимостойкости, засухоустойчивости, другим селекционно-ценным признакам и свойствам, в первую очередь, качеству и количеству получаемой кормовой массы, а также семян [24].

Отвечая на современные климатические вызовы и учитывая карбоновую повестку, ученые станции расширяют спектр требований, которые предъявляются к сортименту селектируемых культур. В программы отбора вовлечены новые формы и селекционные образцы эспарцета песчаного, житняка гребневидного и люцерны желтой [25].

В таблице 2 представлены результаты конкурсного сортоиспытания сортов и селекционных образцов житняка гребневидного в 2016–2019 гг. В результате был выделен и передан в Государственное сортоиспытание новый сорт житняка гребневидного Ненароковский [26].

Новый сорт, внесенный в реестр культур, допущенных к использованию на территории РФ в 2022 г., превышает стандарт — сорт Павловский 12 по урожаю зеленой массы на 10,4 и по урожаю сухого вещества на 11,7 %; обладает повышенной кормовой и семенной продуктивностью, экологической пластичностью, хорошей зимостойкостью и за-

сухоустойчивостью. Урожайность зеленой массы составляет 151,2 ц/га, сухой массы — 49,8 ц/га, семян — от 3 до 8 ц/га. Сорт малотребователен к почвам, продолжительность хозяйственного использования 6–12 лет. Предназначен для кормового использования в лугопастбищном хозяйстве, а также для противоэрозионного залужения оврагов и балок.

**2. Урожайность перспективных сортообразцов житняка гребневидного в конкурсном сортоиспытании**

| Сортообразец | 2016 г. | 2017 г. | 2018 г. | Среднее | % к стандарту |
|---|---|---|---|---|---|
| Урожайность зеленой массы, ц/га | | | | | |
| Павловский 12, стандарт | 188,6 | 167,4 | 54,8 | 136,9 | 100 |
| СГП-8 | 207,4 | 181,3 | 59,9 | 149,5 | 109,2 |
| Ненароковский | 205,5 | 185,5 | 62,7 | 151,2 | 110,4 |
| $НСР_{05}$ | 1,74 | 0,94 | 0,53 | 1,23 | — |
| Урожайность сухой массы, ц/га | | | | | |
| Павловский 12, стандарт | 62,2 | 52,9 | 18,9 | 44,6 | 100 |
| СГП-8 | 67,4 | 56,7 | 20,4 | 48,2 | 108,1 |
| Ненароковский | 70,1 | 58,1 | 21,2 | 49,8 | 111,7 |
| $НСР_{05}$ | 0,86 | 1,34 | 0,18 | 0,41 | — |

Увенчалась успехом селекционная работа с культурой люцерны желтой. По результатам конкурсного сортоиспытания в 2021 г. лучший образец этой кормовой культуры передан в Госсорткомиссию по экспертной оценке как сорт Донская (табл. 3).

**3. Основные селекционные признаки и свойства нового сорта люцерны желтой Донская**

| Показатели | Донская | Павловская 7 (стандарт) | Отклонение от стандарта | |
|---|---|---|---|---|
| | | | +/– | % |
| Урожайность зеленой массы, ц/га | 458,0 | 412,0 | +46,0 | 11,2 |
| Урожайность сухого вещества, ц/га | 137,0 | 118,0 | +19,0 | 15,1 |
| Облиственность, % | | | | |
| 1-й укос | 45,8 | 44,2 | +1,6 | 3,5 |
| 2-й укос | 53,7 | 50,7 | +3,0 | 5,6 |
| Кормовая ценность, % | | | | |
| сырой протеин | 18,4 | 17,5 | +0,9 | 4,9 |
| клетчатка | 31,0 | 30,0 | +1,0 | 3,2 |
| Зимостойкость, балл | 4,8 | 4,8 | — | — |
| Урожайность семян, ц/га | 0,84 | 0,71 | +0,13 | 18,3 |

Сорт зимостойкий, засухоустойчивый, в условиях Центрально-Черноземного региона формирует два укоса. Урожайность зеленой мас-

сы нового сорта люцерны желтой в регионе составляет 458 ц/га, сухого вещества — 137 ц/га. Сорт устойчив к микоплазменным болезням. Рекомендуется для посева как в чистом виде, так и в травосмесях на поймах рек, для залужения склонов и песчаных участков [27].

Таким образом, на протяжении своей более чем 100-летней истории Воронежская опытная станция сохраняет передовые позиции в области селекции и семеноводства кормовых культур не только в Центральном Черноземье, но и в России. На полях станции ежегодно получают от 300 до 500 кг оригинальных семян тринадцати районированных сортов, ведется семеноводство перспективных образцов злаковых и бобовых многолетних трав. Разрабатываются ресурсо- и энергосберегающие технологии возделывания кормовых трав, базирующиеся на более полном использовании фактора биологизации земледелия, который за счет симбиотического накопления азота и дернового процесса способствует повышению продуктивности кормовых угодий, качества получаемых кормов и сохранению почвенного плодородия.

Литература


1. Косолапов В. М., Чернявских В. И. Достижения ФНЦ «ВИК имени В. Р. Вильямса» в изучении кормовых растений // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2023. – № 1. – С. 34–38. – DOI: 10.31857/2500-2082/2023/1/34-38.
2. Косолапов В. М., Чернявских В. И., Костенко С. И. Современное состояние и вызовы для отрасли кормопроизводства в России // Кормопроизводство. – 2022. – № 10. – С. 3–8.
3. The Role of Perennial Grasses in the Protection of Soil Resources of Erosive Ecosystems with Active Development of Linear Erosion / V. M. Kosolapov, V. I. Cherniavskih, E. V. Dumacheva [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : 2, Moscow, 17–20.06.2021. – Moscow, 2021. – P. 012007. – DOI: 10.1088/1755-1315/901/1/012007.
4. Научные основы селекции и семеноводства многолетних трав в Центрально-Черноземном регионе России / С. В. Сапрыкин, В. Н. Золотарев, И. С. Иванов [и др.]. – Воронеж : ОАО «Воронежская областная типография», 2020. – 496 с.
5. Золотарев В. Н., Сапрыкин С. В. Травосеяние и семеноводство многолетних трав в структуре растениеводства как основа биологизации земледелия и развития кормопроизводства в региональном аспекте // Кормопроизводство. – 2020. – № 5. – С. 3–15. DOI: 10.25685/KRM.2020.67.41.001.
6. Многолетние травы для пастбищ, газонов и рекультивации: селекция и практика / В. М. Косолапов, С. И. Костенко, Е. В. Думачева, В. И. Чернявских // Кормопроизводство. – 2022. – № 10. – С. 14–17.
7. Сорта кормовых культур селекции ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса» : монография / ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» / В. М. Косолапов, З. Ш. Шамсутдинов, С. И. Костенко [и др.]. – М. : Угрешская Типография, 2019. – 92 с.

8. Думачева Е. В., Чернявских В. И. Биоресурсный потенциал бобовых трав на меловых обнажениях и карбонатных почвах Европейской России.– Белгород : Издательский дом «Белгород», 2014. – 144 с. – ISBN 978-5-9571-0914-3.
9. Сапрыкин С. В. Результаты селекции основных видов многолетних трав для условий степи Центрально-Черноземного региона // Кормопроизводство. – 2022 – № 6. – С. 38–43.
10. Чернявских В. И., Думачева Е. В. Семенная продуктивность многолетних бобовых трав при выращивании в чистых и смешанных посевах на карбонатных почвах Белгородской области // Кормопроизводство. – 2012. – № 2. – С. 34–36. – EDN OPDPPH.
11. Думачева Е. В., Чернявских В. И. Влияние способа возделывания люцерны гибридной на семенную продуктивность потомства первого поколения на карбонатных почвах Центрально-Черноземного региона // Кормопроизводство. – 2014. – № 2. – С. 23–25.
12. Иванов, И.С. Итоги и перспективы работы Воронежской опытной станции по многолетним травам в области селекции, семеноводства и кормопроизводства / И. С. Иванов, И. М. Шатский, А. В. Горшков [и др.] // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. тр. Вып. 10 (58). – М. : ООО «Угрешская типография», 2016. – 176 с.
13. Шатский И. М., Иванов И. С. Памяти Михаила Ивановича Ненарокова // Кормопроизводство. – 2012. – № 10. – С. 3–5.
14. Сапрыкин С. В., Иванов И. С., Лабинская Р. М. Сорт костреца безостого Воронежский 17 для условий Центрально-Черноземного региона / Адаптивное кормопроизводство. – 2019. – № 4. – С. 61–77.
15. 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.
16. Золотарев В. Н. Состояние семеноводства и агроэнергетическая оценка эффективности производства семян овсяницы красной // Адаптивное кормопроизводство. – 2020. – № 3. – С. 25–39.
17. Маринич М. Н., Чернявских В. И. Результаты экологического сортоиспытания овсяницы красной газонного типа в условиях Западного Кавказа и Центрально-Черноземного региона // Кормопроизводство. – 2021. – № 8. – С. 38–42.
18. Косолапов В. М., Чернявских В. И., Маринич М. Н. Формирование элементов семенной продуктивности у сортообразцов овсяницы красной: селекционный подход // Российская сельскохозяйственная наука. – 2021. – № 6. – С. 24–28. – DOI: 10.31857/S2500262721060053.
19. Агроэкологические и технологические аспекты семеноводства новых сортов полевицы гигантской / Н. И. Переправо, В. Э. Рябова, В. Н. Золотарев [и др.] // Адаптивное кормопроизводство. – 2014. – № 4 (20). – С. 45–60.
20. Изучение и оценка селекционного материала костреца безостого (*Bromopsis inermis* Leyss.) газонно-пастбищного экотипа в степных условиях Центрально-Черноземного региона / В. Н. Золотарев, И. С. Иванов, М. Г. Острикова / Многофункциональное адаптивное кормопроизводство. Вып. 27 (75). – М. : ФГБОУ ДПО РАКО АПК, 2022. – С. 83–89.
21. Чернявских В. И., Думачева Е. В. Генетическая коллекция многолетних бобовых трав Белгородской области: этапы формирования, пути мобилизации и се-

лекционный потенциал // Успехи современного естествознания. – 2019. – № 1. – С. 63–68.
22. Дегтярь О. В., Чернявских В. И. О состоянии степных сообществ юго-востока Белгородской области // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. Серия: Биология. – 2004. – № 2. – С. 254–258.
23. Экологическое изучение сортообразцов люцерны различного географического происхождения в условиях юга Среднерусской возвышенности / М. А. Тормозин, В. И. Чернявских, Л. Д. Сайфутдинова, А. А. Зырянцева // Российская сельскохозяйственная наука. – 2023. – № 1. – С. 20–24. – DOI: 10.31857/S2500262723010040.
24. Productivity of galega (*Galega orientalis*) in single-species and binary crops with sainfoin (*Onobrychis arenaria*): a case study of forest-steppe of European Russia / V. I. Cherniavskih, E. V. Dumacheva, F. N. Lisetskii [et al.] // Bioscience Biotechnology Research Communications. – 2020. – Vol. 13, No. 1. – P. 15–22. – DOI: 10.21786/bbrc/13.1/4.
25. Impact of endemic calciphilous flora of the Central Russian Upland on the nitrogen regime of carbonate soils and sub-soils / V. I. Cherniavskih, E. V. Dumacheva, F. N. Lisetsky [et al.] // Bioscience Biotechnology Research Communications. – 2019. – Vol. 12, No. 3. – P. 594–600. – DOI: 10.21786/bbrc/12.3/7.
26. Creation of new varieties of comb-shaped wheat grass (*Agropyron pectinatum* (Bieb.) Beauv.) as a factor of increasing the efficiency of grass growing in arid conditions / S. V. Saprykin, V. N. Zolotarev, I. S. Ivanov, M. G. Ostrikova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "All-Russian Conference with International Participation Economic and Phytosanitary Rationale for the Introduction of Feed Plants". – 2021. – С. 012029. – DOI: 10.1088/1755-1315/663/1/012029.
27. Comparative characteristics of yellow alfalfa accessions in the nursery of competitive variety testing / S. V. Saprykin, N. V. Saprykina, V. N. Zolotarev, O. N. Lyubtseva // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2. Сер. "2nd All-Russian Conference with International Participation "Economic and Phytosanitary Rationale for the Introduction of Feed Plants" – 2021. – С. 012031. – DOI: 10.1088/1755-1315/901/1/012031

## ROLE OF THE VORONEZH EXPERIMENTAL STATION FOR PERENNIAL HERBS – A BRANCH OF THE FEDERAL WILLIAMS RESEARCH CENTER OF FORAGE PRODUCTION AND AGROECOLOGY IN BREEDING AND PRIMARY SEED PRODUCTION OF PERENNIAL GRASSES IN RUSSIA

**S. V. Saprykin, N. V. Saprykina, O. N. Lyubtseva, E. Y. Nemenushchaya**

*The main stages of development and main achievements in the field of breeding and seed production of forage crops of the Voronezh Experimental Station on perennial grasses are considered in the article. The main characteristics of the varieties created by the scientists of the station for 15 years are given. The process of creation, multiplication and introduction into production of intensive grass varieties of new generation, distinguished by a wide amplitude of resistance to abiotic and biotic factors, high productivity and increased environment-forming function is analysed. The necessity of development of fodder base of cattle breeding in the steppe zone of the Central Black Earth region on the basis of selection work with promising drought-resistant species: crested wheat grass, yellow alfalfa and sandy sainfoin.*

**Keywords:** *breeding, seed production, perennial grasses, variety, productivity.*

УДК 581.5+581.9 (063)
DOI: https://doi.org/10.33814/MAK-2023-32-80-96-103

# МОБИЛИЗАЦИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ МНОГОЛЕТНИХ И ОДНОЛЕТНИХ ТРАВ МЕЛОВОГО ЮГА СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ: ОХРАНА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ*

**Е. В. Думачева,** доктор биологических наук
**Н. С. Гончарова, В. Н. Калашникова, Ю. В. Печегина, А. Ю. Печегин, А. А. Гребенников, Н. А. Сопина**

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

*Обсуждаются результаты совместных научных исследований ученых и аспирантов Федерального научного центра кормопроизводства и агроэкологии им. В. Р. Вильямса и Белгородского государственного национального исследовательского университета по поиску и отбору ценных источников селекционных признаков и мобилизации генетических ресурсов растений на территории мелового юга Среднерусской возвышенности. В результате выделены источники ценных хозяйственных признаков однолетних и многолетних трав (люцерны серповидной, копеечника крупноцветкового, козлятника восточного, клевера земляничного, фацелии пижмолистной и других) по семенной продуктивности и продуктивности надземной фитомассы, облиственности, длительности периода цветения.*
**Ключевые слова:** *исходный материал, люцерна серповидная, копеечник крупноцветковый, козлятник восточный, клевер земляничный, фацелия пижмолистная.*

Проведение совместных научных исследований по поиску и отбору ценных источников селекционных признаков и мобилизации генетических ресурсов растений является актуальным направлением современной биологической и сельскохозяйственной науки. Примером эффективной совместной работы является проведение геоботанических экспедиций ученых и аспирантов Федерального научного центра кормопроизводства и агроэкологии им. В. Р. Вильямса и Белгородского государственного национального исследовательского университета в рамках реализации совместной образовательной программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.

Меловой юг Среднерусской возвышенности соответствует территории трех областей, которые граничат друг с другом: Белгородской, Курской и Воронежской. Территория уникальна по своим климатиче-

*Исследования выполнены при поддержке Нацпроекта «Наука и университеты» в рамках Госзадания FGGW-2022-0013 «Разработка теоретических основ ускорения интродукции, селекции и повышения эффективности семеноводства сельскохозяйственных растений на основе оценки сопряженности фундаментальных физиологических процессов».

ским, ландшафтным, экологическим условиям. Здесь находятся так называемые, меловые «сниженные альпы», меловые стенки и др. [1–3]. Историко-географическая древность Белгородчины и широкое распространение карбонатных пород, на фоне высокой расчлененности территории, способствовали образованию мощного эндемичного флороценотического комплекса. Здесь сохранились остатки древней флоры, что объясняет формирование растительности с высокой долей реликтовых и эндемичных элементов [4–6]. В частности, для региона характерно богатое видовое разнообразие видов бобовых трав [7].

Исследования видового состава и свойств многолетних и однолетних трав проведено в 2022–2023 гг. Среди изученных видов бобовых региона более 40 % видов относится к представителям палеарктической флоры, а более 30 % — к степному типу. По нашим оценкам, семейство Fabaceae насчитывает 45 видов, и которых 11 видов приходится на род астрагал (*Astragalus*), девять видов — на род клевер (*Trifolium*), встречаются четыре вида чин (*Lathyrus*), три вида люцерн (*Medicago*) и горошка (*Vicia*); роды ракитник (*Chamaecytisus*), донник (*Melilotus*) и дрок (*Genista*) насчитывают по два вида. Роды язвенник (*Anthyllis*), карагана (*Caragana*), вязель (*Coronilla*), копеечник (*Hedysarum*), лядвенец (*Lotus*), эспарцет (*Onobrychis*), стальник (*Ononis*), остролодочник (*Oxytropis*), робиния (*Robinia*) представлены одним видом [1; 4].

Редкими и нуждающимися в охране являются виды: *Hedysarum grandiflorum* Pall. (копеечник крупноцветковый), *Astragalus albicaulis* DC. (астрагал белостебельный), *Lathyrus pallescens* (Bieb.) C. Koch (чина бледноватая), *A. dasyanthus* Pall. (астрагал шерстистоцветковый). Они внесены в Красную книгу Белгородской области, а вид *H. grandiflorum* — в Красную книгу РФ [8–10].

Многие виды являются кальцефилами, для которых меловой субстрат стал необходимой средой обитания. Обменные процессы у особей этих видов нуждаются в меловом субстрате для оптимальной жизнедеятельности. Ведутся исследования по введению их в культуру.

Необходимость направления по окультуриванию дикорастущих форм связана с тем, что трава этих видов является ценным сырьем для фармацевтической промышленности. Их надземная фитомасса содержит тритерпеновые гликозиды (дазиантозиды), флавоноиды (кемпферол, кверцетин), танины, углеводы, витамины, органические кислоты, кумарины, оксикумарины и другие биологически активные вещества в высоких концентрациях [11–13]. Также многие дикорастущие виды многолетних и однолетних трав являются ценными кормовыми культурами [14; 15].

Большинство изученных видов бобовых (33 вида), произрастающих на меловых и карбонатных субстратах, являются факультативными

кальцефилами. Поскольку многие дикорастущие виды бобовых — дикие родичи культурных и, в первую очередь, ценных кормовых растений (виды люцерны, клевера, донника, эспарцета), важной задачей является их изучение в качестве источников генетических ресурсов при получении исходного материала, устойчивого к таким неблагоприятным условиям среды как низкая оводненность субстрата, низкая доступность элементов питания, устойчивость к избыточной инсоляции, засолению почвы и т. д.

Перспективным видом для изучения является люцерна желтая, или серповидная. Свое название она получила из-за желтой или золотисто-желтой окраски цветков и серповидной формы бобов. Такие ценные признаки *M. falcata* как высокие урожайность кормовой массы и содержание белка, сбалансированный аминокислотный состав, хорошая усвояемость, устойчивость к неблагоприятным условиям окружающей среды сделали ее, наряду с видами *M. sativa* и *M. varia*, востребованной кормовой культурой. В селекционной работе ученых ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» важное место отводится мобилизации генетических ресурсов местных дикорастущих популяций [16].

Интерес к изучению диких родичей рода *Medicago* не ослабевает не только в России, но и в мире. Во многих экономически развитых странах, включая США и страны ЕЭС, усиливается внимание к программам по использованию сортов местного (аборигенного) происхождения для восстановления и сохранения биоразнообразия территорий [17–19].

В культуре вид *M. falcata* известен с XIX века. В России возделывается в соответствии с сортовым районированием в лесной, лесостепной и степной зонах: от Центрального Черноземья до Якутии. Вид *M. falcata* широко распространен в холодных регионах России, Монголии, Скандинавии и северного Китая. В Северной Америке *M. falcata* является одним из наиболее востребованных видов люцерны, особенно в полузасушливых регионах северных Великих равнин в США и Канаде. Желтую люцерну отличает высокая морфологическая внутрипопуляционная изменчивость. Вид хорошо приспособлен как к суровым зимам, так и к жаркому и сухому летнему континентальному климату.

Основными методами селекции *M. falcata* остаются гибридизация и отбор. Ведется биотипический (индивидуально-семейный) отбор, эффективный в силу высокого внутрипопуляционного разнообразия и полиморфизма местных экотипов и популяций *M. falcata* в различных регионах страны. Важную роль в селекционной работе играет метод поликросса — создания сложногибридных популяций, способствующий увеличению генетического разнообразия и созданию нового селекционного материала. Сохраняют свою актуальность методы эдафической се-

лекции, в задачу которых входит получение генотипов, специфически приспособленных к неблагоприятным почвенным условиям (в первую очередь, засолению, избытку ионов тяжелых металлов и т. д.), а также методы массового и индивидуального позитивного многократного отбора, с оценкой по кормовой и семенной продуктивности, устойчивости к болезням, вредителям, зимостойкости и т. д. В результате селекционной работы в различных научных учреждениях страны получены восемь сортов желтой (серповидной) люцерны (*M. falcata*), которые включены в государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию [16].

Меловой юг Среднерусской возвышенности в пределах Белгородской и Воронежской областей представляет собой уникальную территорию для проведения исследований дикорастущих форм культурных растений, в том числе *M. falcata*. Регион в последние годы рассматривают как вторичный антропогенный микрогенцентр формообразования синантропных видов растений в результате дивергентной эволюции [1; 4].

Особенностью мелового юга Среднерусской возвышенности является широкое распространение овражно-балочных комплексов с меловыми обнажениями, формирование зон с особым микроклиматом, высокий эндемизм флоры и фауны. При поиске ценных форм *M. falcata* в естественных условиях, учитывается то, что высокорентабельные товарные культуры, такие как соя, подсолнечник, пшеница и др., часто вытесняют люцерну с лучших пахотных земель в худшие районы. Поэтому ведется поиск форм, способных выживать и давать продукцию в неблагоприятных условиях возделывания: на эродированных и склоновых землях, при низком уровне питательных веществ и доступности воды.

Важным направлением исследований является расширение спектра используемых в аграрном производстве кормовых культур, которые одновременно можно использовать в качестве сидеральных, медоносных, декоративных и т. д. [20].

Ведется исследовательская работа по введению в культуру клевера земляничного. Клевер земляничный (*Trifolium fragiferum*), также известный как клевер дикий, пустоягодник — травянистое многолетнее растение, принадлежащее к семейству бобовых, не превышает в высоту 10–40 см. Цветение приходится на май–август. Произрастает *T. fragiferum* на влажных и сырых солонцеватых лугах, в долинах рек и ручьев, на равнине и в предгорьях. Ареал обитания — Европейская часть бывшего СССР, Кавказ, Средняя Азия, Западная Европа, Западный Китай (Джунгария). Клевер земляничный — хорошее пастбищное растение, поедаемое всеми видами скота. Выращивается на сено, сенаж,

зеленый корм и как пастбищное растение. При поедании зеленой массы животные не болеют тимпанией. Заслуживает внимания для введения в культуру на засоленных и солонцеватых почвах в зоне степей и пустынь. В США и Австралии давно введен в культуру. Улучшает структуру почвы и рекомендуется для мелиорации засоленных почв. Хорошо выносит затопление и переменность в увлажнении. После стравливания хорошо отрастает. Урожайность зеленой массы *T. fragiferum* — 150–200 ц/га, сена — 28–50 (до 80) ц/га, семян — 8–20 ц/га [1; 3; 4].

В последние годы как потенциально инвазивный рассматривается вид *Galega orientalis* Lam., который широко используется в сельском хозяйстве. В «Черной книге флоры Средней России» *G. orientalis* приводится в списке растений, проявляющих тенденцию к расширению ареала [21]. В условиях юго-запада Среднерусской возвышенности распространение *G. orientalis* характерно для агрофитоценозов. При этом отмечается, что исследований инвазивной активности недостаточно для понимания тенденций расселения *G. orientalis*. Установлено, что плотность популяций снижается при затенении под пологом леса, при внедрении в опушечные экотоны. Высказывается мнение, что этот светолюбивый вид имеет перспективу для расширения своего вторичного ареала лишь в условиях открытых ландшафтов.

В связи с этим, для лесостепной зоны, где на склонах балок преобладают естественные степные фитоценозы, большое значение имеет анализ взаимодействия чужеродных видов с травянистой растительностью в процессе сукцессий. Проводится изучение экологических особенностей и инвазивной активности модельной популяции *G. orientalis* в условиях многолетней залежи в лесостепной зоне юго-запада Среднерусской возвышенности. Оценка инвазивной активности искусственной популяции *G. orientalis* на долголетней залежи на выщелоченном черноземе в условиях юга-запада Среднерусской возвышенности показала, что не наблюдалось расширения площади, занимаемой популяцией после прекращения ее культурного возделывания [22].

На многолетней залежи изучаемая популяция *G. orientalis* не имела высокой инвазивной активности, не расширяла свой ареал и, вопреки предполагаемой опасности, не привела к зарастанию залежи козлятником восточным, не образовала монодоминантное сообщество и не смогла вытеснить местные аборигенные виды. Установлено, что на залежи формировались условия влагообеспеченности, плотности почвы и химические показатели почвенного плодородия, препятствующие активной конкуренции *G. orientalis* со злаками. Искусственная популяция в изучаемый период времени не имела достаточного инвазивного потенциала и не представляла опасности для аборигенных сообществ ни в ча-

сти формирования банка семян, ни в части активности вегетативного размножения, ни в части аллелопатического влияния.

Широкую известность в последние годы приобрела фацелия пижмолистная как сидеральная и медоносная культура. Интерес к фацелии как перспективной сельскохозяйственной культуре многофункционального значения усиливается в мире. Активно изучают ее биохимический состав, генетические особенности [23; 24].

Актуален поиск исходного материала фацелии, обладающего комплексом таких свойств как устойчивость к болезням, высокое качество кормовой массы, мягкие стебли, отсутствие или пониженное число волосков на стеблях и листьях, семенная продуктивность. Мобилизация генетических ресурсов дикорастущих форм фацелии в Белгородской области позволила создать два новых сорта: Милица и Дана.

С целью сохранения и изучения разнообразия биологических ресурсов многолетних и однолетних трав ведется работа по формированию коллекций, включающих как районированные сорта, так и отборы из дикорастущих популяций.

На базе коллекций однолетних и многолетних трав созданы условия для быстрого поиска необходимого для селекционной работы ценного исходного материала, а также для контроля за поддержанием сохранности образцов в полевых условиях или в виде банка семян.

Выделены источники ценных хозяйственных признаков однолетних и многолетних трав (люцерны серповидной, копеечника крупноцветкового, козлятника восточного, клевера земляничного, фацелии пижмолистной и других) по семенной продуктивности и продуктивности надземной фитомассы, облиственности, длительности периода цветения.

Литература

1. Растительный мир Белгородской области / В. И. Чернявских, О. В. Дегтярь, А. В. Дегтярь, Е. В. Думачева. – Белгород : Белгородская областная типография, 2010. – 472 с. – ISBN 978-5-86295-227-8.
2. Дегтярь О. В., Чернявских В. И. О состоянии степных сообществ юго-востока Белгородской области // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. Серия: Биология. – 2004. – № 2. – С. 254–258.
3. Использование биоресурсного потенциала ботанического сада для разработки экскурсионных программ / Е. В. Думачева, В. И. Чернявских, А. А. Польшина, М. Е. Комарова // Научный результат. Серия: Технология бизнеса и сервиса. – 2014. – Т. 1, № 1(1). – С. 4–14.
4. Думачева Е. В., Чернявских В. И. Биоресурсный потенциал бобовых трав на меловых обнажениях и карбонатных почвах Европейской России. – Белгород : Издательский дом «Белгород», 2014. – 144 с. – ISBN 978-5-9571-0914-3.

5. Мобилизация биологических ресурсов дикорастущих форм *Hyssopus officinalis* L. для селекции / В. И. Чернявских, Е. В. Думачева, У. К. Д. Шейх [и др.] // Кормопроизводство. – 2023. – № 6. – С. 17–22.
6. Некоторые подходы к оценке антропогенного влияния на фитобиоту / В. К. Тохтарь, М. Ю. Третьяков, В. И. Чернявских [и др.] // Проблемы региональной экологии. – 2011. – № 2. – С. 92–95.
7. Думачева Е. В., Чернявских В. И. Биологический потенциал бобовых трав в естественных сообществах эрозионных агроландшафтов Центрального Черноземья // Кормопроизводство. – 2014. – № 4. – С. 8–11.
8. Influence of ecological conditions of various habitats on individual morpho-biological and physiological features of *Hedysarum grandiflorum* Pall seeds / L. D. Sajfutdinova, V. M. Kosolapov, V. I. Cherniavskih, E. V. Dumacheva // Materials V International Youth Applied Research Forum “Oil Capital”: Conference Series “Oil Capital” 23–24 March 2022 Khanty-Mansyisk Autonomous Okrug-Yugra, Russia. – AIP Conf. Proc. 2023. – Vol. 2929, № 1. – P. 040005. – DOI: 10.1063/5.0179494.
9. Impact of endemic calciphilous flora of the Central Russian Upland on the nitrogen regime of carbonate soils and sub-soils / V. I. Cherniavskih, E. V. Dumacheva, F. N. Lisetsky [et al.] // Bioscience Biotechnology Research Communications. – 2019. – Vol. 12, No. 3. – P. 594–600. – DOI: 10.21786/bbrc/12.3/7.
10. Курской А. Ю., Тохтарь В. К., Чернявских В. И. Флористические находки адвентивных и раритетных видов растений на юго-западе Среднерусской возвышенности // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 9–3. – С. 78–82.
11. Studies of biological resources of Urtica dioica L. As initial material for breeding / E. V. Dumacheva, V. I. Cherniavskih, A. V. Prisniy [et al.] // Journal of International Pharmaceutical Research. – 2018. – Vol. 45. – P. 473–476.
12. Имачуева Д. Р., Серебряная Ф. К., Зилфикаров И. Н. Количественное определение суммы ксантонов в пересчете на мангиферин в надземных органах видов рода копеечник (Hedysarum L.) методом УФ-спектрофотометрии // Химия растительного сырья. – 2020. – № 3. – С. 179–186. – DOI: 10.14258/jcprm.2020034553.
13. Phytochemicals and biological studies of plants in genus Hedysarum / Y.-M. Dong, D. Tang, N. Zhang et al. // Chem. Cent. J. – 2013. – V. 7. № 124. – https://bmcchem.biomedcentral.com/articles/10.1186/1752-153X-7-124
14. Косолапов В. М., Чернявских В. И. Кормопроизводство: состояние, проблемы и роль ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» в их решении // Достижения науки и техники АПК. – 2022. – Т. 36, № 4. – С. 5–14. DOI: 10.53859/02352451_2022_36_4_5.
15. Косолапов В. М., Чернявских В. И., Костенко С. И. Новые сорта кормовых культур и технологии для сельского хозяйства России // Кормопроизводство. – 2021. – № 6. – С. 22–26. DOI: 10.25685/KRM.2021.89.77.001.
16. Wild Populations of Medicago Falcata L. In Small River Basins of European Russia As A Source Material for Breeding / V. M. Kosolapov, V. I. Cherniavskih, E. V. Dumacheva [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : 2, Moscow, 17–20 июня 2021 года. – Moscow, 2021. – P. 012005. – DOI: 10.1088/1755-1315/901/1/012005.
17. Многолетние травы для пастбищ, газонов и рекультивации: селекция и практика / В. М. Косолапов, С. И. Костенко, Е. В. Думачева, В. И. Чернявских // Кормопроизводство. – 2022. – № 10. – С. 14–17.

18. Думачева Е. В., Чернявских В. И. Влияние способа возделывания люцерны гибридной на семенную продуктивность потомства первого поколения на карбонатных почвах Центрально-Черноземного региона // Кормопроизводство. – 2014. – № 2. – С. 23–25.
19. Думачева Е. В., Чернявских В. И. Почвенно-ризосферные взаимодействия некоторых видов Fabaceae при возделывании в культуре на карбонатных почвах // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 9–2. – С. 351–355.
20. Многолетние травы для пастбищ, газонов и рекультивации: селекция и практика / В. М. Косолапов, С. И. Костенко, Е. В. Думачева, В. И. Чернявских // Кормопроизводство. – 2022. – № 10. – С. 14–17.
21. Productivity of galega (*Galega orientalis*) in single-species and binary crops with sainfoin (*Onobrychis arenaria*): a case study of forest-steppe of European Russia / V. I. Cherniavskih, E. V. Dumacheva, F. N. Lisetskii [et al.] //. Bioscience Biotechnology Research Communications. – 2020. – Vol. 13, No. 1. – P. 15–22. – DOI: 10.21786/bbrc/13.1/4.
22. Чернявских В. И., Думачева Е. В. Эффективность совместных посевов козлятника восточного с эспарцетом песчаным на семена // Кормопроизводство. – 2019. – № 12. – С. 21–25.
23. The use of morphobiological characteristics in the selection of Phacelia Tanacetifolia Benth / V. I. Cherniavskih, E. V. Dumacheva, A. A. Gorbacheva [et al.] // International Journal of Green Pharmacy. – 2018. – Vol. 12, No. 2. – P. 433–436. – DOI: 10.22377/ijgp.v12i02.1903.
24. Ecological and biological features of Phacelia tanacetifolia benth. In various ecotopes of southern European Russia / V. I. Cherniavskih, E. V. Dumacheva, V. V. Konoplev [et al.] // EurAsian Journal of BioSciences. – 2020. – Vol. 14, No. 1. – P. 1477–1481.

## MOBILIZATIONS OF GENETIC RESOURCES OF PERENNIAL AND ANNUAL GRASSES IN THE CRETACEOUS SOUTH OF THE CENTRAL RUSSIAN UPLAND: PROTECTION AND USE

**E. V. Dumacheva, N. S. Goncharova,**
**V. N. Kalashnikova, Yu. V. Pechegina,**
**A. Yu. Pechegin, A. A. Grebennikov, N. A. Sopina**

*The article discusses the results of joint research by scientists and graduate students of the V. R. Williams Federal Scientific Centre for Forage Production and Agroecology and Belgorod State National Research University on the search and selection of valuable sources of breeding traits and mobilization of plant genetic resources. V. R. Williams and Belgorod State National Research University on search and selection of valuable sources of breeding traits and mobilization of plant genetic resources on the territory of the Cretaceous south of the Central Russian Upland. As a result, the sources of valuable economic traits of annual and perennial grasses (alfalfa sickle, large-flowered sweetvetch, oriental goats-rue grass, strawberry clover, phacelia tansy-leaved and others) were identified in terms of seed productivity and productivity of aboveground phytomass, cladding, duration of flowering period.*
**Keywords:** *source material, alfalfa sickle, large-flowered sweetvetch, oriental goats-rue grass, strawberry clover, phacelia tansy-leaved.*

УДК 581.5+581.9 (063)
DOI: https://doi.org/10.33814/MAK-2023-32-80-104-110

# ВОПРОСЫ ИНТРОДУКЦИИ: ВЛИЯНИЕ ЗАСОЛЕНИЯ НА ПРОЦЕССЫ ГАЗООБМЕНА ПРОРОСТКОВ *Hedysarum grandiflorum* Pall.*

**Е. В. Думачева,** доктор биологических наук
**Е. В. Усольцева, П. В. Максимова, А. В. Гаар,**
**Д. А. Сопин, А. В. Биюшкина, А. В. Акимов**

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

*Копеечник крупноцветковый (Hedysarum grandiflorum Pall.) — многолетнее красивоцветущее растение с узкой экологической амплитудой, перспективное для интродукции и ведения в культуру. В контролируемых условиях, с использованием системы анализа процессов фотосинтеза LI-6800 от LI-COR (США) изучена динамика показателей интенсивности фотосинтеза, транспирации и сопровождающих физиологических процессов, связанных с газообменом у семядольных листьев H. grandiflorum на фоне воздействия различными уровнями освещенности (1500, 1000, 500, 200, 100, 50, 0 μM/м²/с) в условиях засоления. Установлено, что фотосинтетический аппарат проростков копеечника крупноцветкового достаточно хорошо адаптируется к условиям засоления и существенное угнетение фотосинтеза на 17,4 % наблюдается только при уровне ФАР 300 μM/м²/с¹. При этом наблюдается существенное снижение скорости испарения воды поверхностью семядольных листьев под влиянием условий засоления — на 36,5–54,3 %. Полученные данные указывают на потенциально высокую адаптационную способность проростков H. grandiflorum за счет саморегуляции процессов газообмена.*
**Ключевые слова:** *засоление, транспирация, фотосинтез, копеечник, газообмен, ассимиляция, устьичная проводимость, межклеточная концентрация $CO_2$.*

*Hedysarum grandiflorum* Pall. — ценный вид бобовых, произрастающий в южной части центральных и восточных областей Европейской России [1–3]. Копеечник характеризуют как ксерофит и кальцефил, т. е. растения *H. grandiflorum* способны выдерживать условия засухи, а также высокую карбонатность почвенного покрова [4–6]. Популяции *H. grandiflorum* можно встретить на почвах с выходами мела и мергеля, а также на плотном чистом мелу, на меловой щебенке, рухляке, на ка-

*Исследование выполнено при поддержке Нацпроекта «Наука и университеты»: Грант 31.05.2021 г. № 075-15-2021-541 (внутренний номер 09.ССЦ.21.0008) на создание и развитие «Центра по кормовым культурам для создания и внедрения в агропромышленный комплекс современных технологий на основе собственных разработок Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса» (ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса»); Госзадание FGGW-2022-0013 «Разработка теоретических основ ускорения интродукции, селекции и повышения эффективности семеноводства сельскохозяйственных растений на основе оценки сопряженности фундаментальных физиологических процессов».

менистых склонах; на сильно задернованных участках и др. [7]. Одновременно с высокой устойчивостью к сложным экологическим условиям, отмечают, что *H. grandiflorum* является видом-ксенобионтом, т. е. имеет узкую экологическую амплитуду. Это делает его перспективным модельным видом для изучения механизмов устойчивости фотосинтетического аппарата к комплексу стрессоров, включая условия засоления.

Изучение вопросов введения вида *H. grandiflorum* приобретает особую важность в последние годы, так как растения обладают ценными свойствами: содержат комплекс биологических активных противовирусных веществ, в первую очередь мангиферин [8]. Из травы и корней видов *Hedysarum* извлечен комплекс из 155 биологически активных веществ: терпенов, сапонинов, цианогенных гликозидов, флавонов, изофлавонов, дубильных веществ, кумаринов, жирных соединений, бензофурана и других; установлено их противоопухолевое, кардиопротекторное, антидиабетическое действие, а также антипролиферативное в отношении линий раковых клеток человека [9].

Интересны для зеленого строительства и декоративные свойства этого красивоцветущего растения [10; 11].

**Материалы и методы**. Исследования параметров газообмена *H. grandiflorum* на ювенильной стадии онтогенеза проводили в лаборатории физиологии сельскохозяйственных растений селекцентра по кормовым культурам ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» с использованием стандартных методов, принятых в физиологии растений и геоэкологии [12–14]. Скарифицированные семена *H. grandiflorum* помещали для прорастания в климатокамеру при температуре 24 ºС. Опыты проводили в условиях водной культуры. Имитацию условий засоления проводили по методикам, принятым в физиологических исследованиях: контроль — вода ($H_2O$), опыт — 0,15 М NaCl. Повторность в опыте трехкратная. Для изучения процессов фотосинтеза, темнового дыхания и транспирации использовали семядольные листья *H. grandiflorum.* В опытах использовали портативную систему измерения газообмена растений (модель LI-6800, LI-COR, США; прибор приобретен при финансовой поддержке гранта в форме субсидии на создание селекционно-семеноводческого центра ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса от 31.05.2021 г. № 075-15-2021-541) по методикам [13; 14].

Освещали проростки светодиодными лампами ULTRAFLASH (излучаемые длины волн: красный — 650 нм, синий — 450 нм, инфракрасный — 750 нм), PAR (фотосинтетически активное излучение) — 26 umol, PPF (фотосинтетически активное излучение в секунду) 10 $umol*s^{-1}$ при 26 ± 2 ºС в режиме «14 ч света – 10 ч темноты». Для ис-

следований использовали семядольные листья. Площадь листьев определяли с использованием автоматизированной программы Petiol.

Динамика показателей интенсивности фотосинтеза, транспирации и сопровождающих физиологических процессов, связанных с газообменом у семядольных листьев *H. grandiflorum*, оценивалась на фоне воздействия различными уровнями фотосинтетически активной радиации (ФАР) (1500, 1000, 500, 200, 100, 50, 0 $\mu M/м^2/с^1$). Температура в листовой камере поддерживалась в диапазоне 24–26 ºС. За величину темнового дыхания (Rd) принимали значение ассимиляции $CO_2$ при ФАР, равном нулю [15].

Результаты статистически обработаны с использованием пакета прикладных программ Exel.

**Результаты и обсуждение**. Основная ценотическая роль семян состоит в расселении популяции, проростков — в приживании в сообществе. Стадия семени (se) является латентным онтогенетическим периодом, стадия проростка (p) — первой фазой прегенеративного периода [16].

Многокомпонентный энергетический обмен реагирует на стрессовые факторы (засуху, температуру, избыточную инсоляцию и т. д.) угнетением фотосинтеза как центрального звена метаболизма [17]. Информацию о степени устойчивости фотосинтетического аппарата к комплексу абиотических факторов в естественных условиях дают световые кривые фотосинтеза. Насыщение фотосинтетической активности (максимальную интенсивность нетто-фотосинтеза), транспирацию и интенсивность темнового дыхания рекомендуют оценивать как важные характеристики ассимиляции $CO_2$, отражающие условия экотопа и основной показатель при сравнении параметров фотосинтеза у различных видов растений в естественных условиях произрастания. Семядоли, как первая фотосинтезирующая система прорастающего организма, являются центром энергетического и пластического обмена, тесно связанного с физиологическими процессами на начальных этапах онтогенеза. Однако сведения об активности и соотношении интенсивности ассимиляции $CO_2$ в семядольных листьях в процессе прорастания семян в литературе весьма ограничены.

Динамика показателей интенсивности темнового дыхания и фотосинтеза у семядольных листьев копеечника крупноцветкового в зависимости от освещенности приведена в таблице 1.

Темновое дыхание на уровне растения является интегральным показателем, который зависит от целого комплекса внутренних и внешних факторов: стадии онтогенеза, влияния экотопа, физиологического состояния изучаемых органов растении и других [18]. При прорастании интенсивность темнового дыхания увеличивается в связи с мобилизаци-

ей метаболических путей дыхания роста, направленных на обеспечение проростков энергией и пластическими веществами [19].

**1. Результаты изучения интенсивности темнового дыхания (μМ/м²/с¹) и фотосинтеза (μМ/м²/с¹) у семядольных листьев *H. grandiflorum* в зависимости от засоления и ФАР**

| ФАР, μМ/м²/с¹ | M | m | Cv | M | m | Cv | t |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Контроль ($H_2O$) | | | Опыт (0,15 М NaCl) | | | |
| 0 | –2,38 | 0,77 | 63,4 | –3,83 | 0,45 | 46,9 | 1,6 |
| 50 | 1,29 | 0,28 | 24,2 | 1,22 | 0,45 | 99,8, | 1,2 |
| 150 | 2,17 | 0,87 | 52,9 | 2,15 | 1,17 | 77,3 | 1,3 |
| 300 | 3,27 | 0,03 | 49,2 | 2,70 | 0,03 | 6,9 | 8,2 |
| 600 | 4,99 | 1,34 | 43,0 | 3,02 | 0,72 | 25,6 | 0,6 |
| 900 | 6,55 | 0,32 | 13,7 | 4,23 | 0,02 | 16,7 | 1,0 |
| 1200 | 7,67 | 0,74 | 45,5 | 4,48 | 2,16 | 68,1 | 1,3 |
| 1500 | 5,55 | 0,35 | 8,94 | 2,47 | 1,50 | 28,4 | 1,2 |
| $t_{05}$ | — | — | — | — | — | — | 2,7 |

*Примечание: M — среднее; m — ошибка среднего; Cv — коэффициент вариации; t — коэффициент Стьюдента.*

Интенсивность темнового дыхания при отсутствии освещения в контрольном варианте была ниже, чем в опытном на 37,8 % при высоких уровнях вариации признака (46,9–63,4 %). При этом существенная разница по интенсивности темнового дыхания между контрольным и опытным вариантами не наблюдалась.

В условиях засоления интенсивность фотосинтеза у семядольных листьев снижалась в среднем на 5,7–125,6 %. При этом существенная разница для показателей с использованием t-критерия Стьюдента установлена только при уровне ФАР 300 μМ/м² с¹.

Насыщение фотосинтетической активности, иначе — выход на плато световой кривой фотосинтеза у семядольных листьев из семян изученных ценопопуляций, наступало у семядольных листьев в контрольном варианте при уровне ФАР 1200 μМ/м²/с¹ и в опытном варианте – при ФАР 900 μМ/м²/с¹.

Проведенный анализ полученных данных позволяет моделировать адаптационные процессы фотосинтетического аппарата проростков копеечника в стрессовых условиях. Световые кривые интенсивности ассимиляции $CO_2$ с высоким коэффициентом аппроксимации кривой ($R^2 = 0,931$ в контрольном варианте и $R^2 = 0,791$ при засолении) описываются уравнением полинома второго (в контроле) и третьего (при засолении) порядка:

$$Y_{H2O} = –7E\text{-}06x^2 + 0,0151x – 0,9552;$$

$$Y_{NaCl} = 3E\text{-}09x^3 – 1E\text{-}05x^2 + 0,0146x – 1,7843.$$

Интенсивность транспирации, в отличие от процессов фотосинтеза, существенно зависела от условий проведения эксперимента (табл. 2).

**2. Результаты изучения интенсивности транспирации (М/м²/с) у семядольных листьев *H. grandiflorum* в зависимости от засоления и ФАР**

| ФАР, μМ/м²/с¹ | M | m | Cv | M | m | Cv | t |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Контроль ($H_2O$) | | | Опыт (0,15 М NaCl) | | | |
| 0 | 0,0046 | 0,0006 | 33,3 | 0,0021 | 0,0001 | 36,4 | 2,84 |
| 50 | 0,0048 | 0,0006 | 32,9 | 0,0021 | 0,0006 | 30,8 | 2,82 |
| 150 | 0,0050 | 0,0005 | 32,6 | 0,0029 | 0,0005 | 22,6 | 3,11 |
| 300 | 0,0052 | 0,0005 | 33,1 | 0,0033 | 0,0003 | 14,1 | 3,40 |
| 600 | 0,0055 | 0,0005 | 33,1 | 0,0036 | 0,0001 | 1,0 | 3,79 |
| 900 | 0,0057 | 0,0005 | 33,5 | 0,0040 | 0,0002 | 7,5 | 3,13 |
| 1200 | 0,0059 | 0,0004 | 33,2 | 0,0043 | 0,0004 | 12,3 | 2,79 |
| 1500 | 0,0062 | 0,0003 | 8,0 | 0,0046 | 0,0004 | 13,0 | 2,97 |
| $t_{05}$ | — | — | — | — | — | — | 2,78 |

*Примечание: M — среднее; m — ошибка среднего; Cv — коэффициент вариации; t –коэффициент Стьюдента.*

Разница между транспирацией семядольных листьев проростков в контрольном и опытном вариантах была существенной при всех уровнях ФАР: транспирация у семядольных листьев опытных растений была в среднем выше на 36,5–54,3 %.

Световые кривые интенсивности транспирации с высоким коэффициентом аппроксимации кривой ($R^2 = 0,994$ в контрольном варианте и $R^2 = 0,998$ при засолении) описываются уравнением полинома третьего порядка:

$$Y_{H2O} = 9E{-}13x^3 - 2E{-}09x^2 + 3E\text{-}06x + 0,004;$$
$$Y_{NaCl} = 4E{-}13x^3 - 1E{-}09x^2 + 3E\text{-}06x + 0,002.$$

**Заключение**. Таким образом, тенденции, выявленные в наших исследованиях, указывают, что в семенах на этапе прорастания включаются адаптационные физиологические механизмы, направленные на выживание и оптимальную приспособленность к условиям экотопа.

Установлено, что фотосинтетический аппарат проростков копеечника крупноцветкового достаточно хорошо адаптируется к условиям засоления и существенное угнетение фотосинтеза на 17,4 % наблюдается только при уровне ФАР 300 μМ/м²/с. При этом наблюдается существенное снижение скорости испарения воды поверхностью семядольных листьев под влиянием условий засоления: на 36,5–54,3 %. Полученные

данные указывают на потенциально высокую адаптационную способность проростков *H. grandiflorum* за счет саморегуляции процессов газообмена.

Литература


1. Дегтярь О. В., Чернявских В. И. О состоянии степных сообществ юго-востока Белгородской области // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. Серия: Биология. – 2004. – № 2. – С. 254–258.
2. Думачева Е. В., Чернявских В. И. Биоресурсный потенциал бобовых трав на меловых обнажениях и карбонатных почвах Европейской России. – Белгород : Издательский дом «Белгород», 2014. – 144 с. – ISBN 978-5-9571-0914-3.
3. Использование биоресурсного потенциала ботанического сада для разработки экскурсионных программ / Е. В. Думачева, В. И. Чернявских, А. А. Польшина, М. Е. Комарова // Научный результат. Серия: Технология бизнеса и сервиса. – 2014. – Т. 1, № 1(1). – С. 4–14.
4. Лаврентьев М. В. Синтаксономическое положение фитоценозов с участием *Hedysarum grandiflorum* Pall. в южной части Приволжской возвышенности // Бюллетень ботанического сада Саратовского государственного университета. – 2019. – Т. 17, № 2–3. – С. 102–114. –DOI: 10.18500/1682-1637-2019-2-3-102-114.
5. Influence of ecological conditions of various habitats on individual morpho-biological and physiological features of *Hedysarum grandiflorum* Pall. seeds / L. D. Sajfutdinova, V. M. Kosolapov, V. I. Cherniavskih, E. V. Dumacheva // Materials V International Youth Applied Research Forum “Oil Capital”: Conference Series “Oil Capital” 23–24 March 2022 Khanty-Mansyisk Autonomous Okrug-Yugra, Russia. – AIP Conf. Proc. – 2023. – Vol. 2929. № 1. – P. 040005. – DOI: 10.1063/5.0179494.
6. Impact of endemic calciphilous flora of the Central Russian Upland on the nitrogen regime of carbonate soils and sub-soils / V. I. Cherniavskih, E. V. Dumacheva, F. N. Lisetsky [et al.] // Bioscience Biotechnology Research Communications. – 2019. – Vol. 12, No. 3. – P. 594–600. – DOI: 10.21786/bbrc/12.3/7.
7. Morphological, Physiological, and Biochemical Characteristics of Adaptation of Calcephytes of the Genus Hedysarum / O. A. Rozentsvet, E. S. Bogdanova, G. N. Tabalenkova, S. N. Rozina // Contemporary problems of ecology. – 2021. – V. 14, № 5. – P. 465–471. – DOI: 10.1134/S1995425521050139.
8. Имачуева Д. Р., Серебряная Ф. К., Зилфикаров И. Н. Количественное определение суммы ксантонов в пересчете на мангиферин в надземных органах видов рода копеечник (Hedysarum L.) методом УФ-спектрофотометрии // Химия растительного сырья. – 2020. – № 3. – P. 179– 186. – DOI: 10.14258/jcprm.2020034553.
9. Phytochemicals and biological studies of plants in genus Hedysarum / Y.-M. Dong, D. Tang, N. Zhang [et al.] // Chem. Cent. J. – 2013. – V. 7, № 124. – https://bmcchem.biomedcentral.com/articles/10.1186/1752-153X-7-124.
10. Многолетние травы для пастбищ, газонов и рекультивации: селекция и практика / В. М. Косолапов, С. И. Костенко, Е. В. Думачева, В. И. Чернявских // Кормопроизводство. – 2022. – № 10. – С. 14–17.
11. Растительный мир Белгородской области / В. И. Чернявских, О. В. Дегтярь, А. В. Дегтярь, Е. В. Думачева. – Белгород : Белгородская областная типография, 2010. – 472 с. – ISBN 978-5-86295-227-8. – EDN DMFTEC.
12. Мокроносов А. Т., Гавриленко В. Ф., Жигалова Т. В. Фотосинтез. Физиолого-экологические и биохимические аспекты. – М. : Академия, 2006. – 448 с.

13. Некоторые подходы к оценке антропогенного влияния на фитобиоту / В. К. Тохтарь, М. Ю. Третьяков, В. И. Чернявских [и др.] // Проблемы региональной экологии. – 2011. – № 2. – С. 92–95.
14. Флористические находки адвентивных и раритетных видов растений на юго-западе Среднерусской возвышенности / А. Ю. Курской, В. К. Тохтарь, В. И. Чернявских // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 9–3. – С. 78–82.
15. Lawrence E. H., Stinziano J. R., Hanson D. T. Using the rapid A-Ci response (RACiR) in the LI-COR 6400 to measure developmental gradients of photosynthetic capacity in poplar // Plant, Cell & Environment. – 2019. – V. 42(2). – P. 740–750. – DOI: 10.1111/pce.13436.
16. Riches M., Lee D., Farmer D. K. Simultaneous leaf-level measurement of trace gas emissions and photosynthesis with a portable photosynthesis system // Atmos. Meas. Tech. – 2020. – Vol. 13. – P. 4123–4139. – https://doi.org/10.5194/amt-13-4123-2020.
17. Сравнительная оценка вклада компонентов $CO_2/H_2O$ обмена в процесс адаптации к засухе у ксерогалофитов семейства Chenopodiaceae с разным типом фотосинтеза / З. Ф. Рахманкулова, Е. В. Шуйская, М. Ю. Прокофьева, [и др.] // Физиология растений. – 2020. – Т. 67, № 3. – С. 298–311. DOI: 10.31857/S0015330320030197.
18. Емельянова А. В., Обуховская Л. В., Аверина Н. Г. Фотосинтез и дыхание в растениях озимого рапса (Brassica Napus), обогащенных антоцианами, под влиянием 5-аминолевулиновой кислоты // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных навук. – 2018. – Т. 63, № 2. – С. 155–162. – DOI: 10.29235/1029-8940-2018-63-2-155-162.
19. Evstigneev O. I., Korotkov V. N. Ontogenetic stages of trees: an overview // Russian Journal of Ecosystem Ecology. – 2016. – Vol. 1 (2). – P. 1–31. – DOI: 10.21685/2500-0578-2016-2-1.

## INTRODUCTION ISSUES: INFLUENCE OF SALINITY ON GAS EXCHANGE PROCESSES OF SEEDLINGS HEDYSARUM GRANDIFLORUM PALL.

**E. V. Dumacheva, E. V. Usoltseva, P. V. Maksimova, A. V. Gaar, D. A. Sopin, A. V. Biyushkina, A. V. Akimov**

*The large-flowered sweetvetch (Hedysarum grandiflorum Pall.) is a perennial beautiful-flowering plant with a narrow ecological amplitude, promising for introduction and cultivation. Under controlled conditions using the LI-6800 instrument, LI-COR, USA, the dynamics of indicators of photosynthesis intensity, transpiration and accompanying physiological processes related to gas exchange in H. grandiflorum seedling leaves under different light levels (1500, 1000, 500, 200, 100, 50, 0 μM/m²/s) in saline conditions was studied. It has been established that photosynthetic apparatus of H. grandiflorum seedlings adapts well enough to saline conditions and significant photosynthesis suppression by 17.4 % is observed only at PAR level of 300 μM/m²/s¹. At the same time, a significant decrease in the rate of water evaporation by the surface of cotyledon leaves under the influence of salinity conditions — by 36.5–54.3 % is observed. The obtained data indicate a potentially high adaptive capacity of H. grandiflorum seedlings due to self-regulation of gas exchange processes.*

**Keywords:** *salinisation, transpiration, photosynthesis, sweetvetch, gas exchange, assimilation, stomatal conductance, intercellular $CO_2$ concentration.*

УДК 631.81
DOI: https://doi.org/10.33814/MAK-2023-32-80-111-116

# ВЛИЯНИЕ ПОДКОРМКИ ЖИДКИМ КОМПЛЕКСНЫМ УДОБРЕНИЕМ НА УРОЖАЙНОСТЬ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

**С. А. Иванов**[1]
**П. М. Лопухов**[2], кандидат сельскохозяйственных наук
**И. А. Захарова**[2], кандидат биологических наук
**Н. В. Глаз**[2], кандидат сельскохозяйственных наук

[1]*ООО ФосАгро-СевероЗапад, г. Череповец, Россия, SAIvanov@phosagro*
[2]*ФГБНУ «Челябинский НИИСХ», г. Челябинск, Россия, chniisx2@mail.ru*

*В условиях недостаточного увлажнения в период вегетации возрастает интерес к жидким комплексным удобрениям. Последние четыре года на Урале маловодны, не достигаются значения многолетних климатических норм осадков. При этом почвы зоны преимущественно имеют дефицит по обеспеченности фосфором, требуются подкормки азотом. Наиболее технологичным приемом является проведение внекорневых подкормок с использованием опрыскивателей. В работе изучалось применение жидких комплексных удобрений ФосАгро ($N_{11}P_{37}$) (APALIQUA NP 11:37), содержащих в своем составе как фосфор, так и азот. Выявлено положительное действие комплексного удобрения APALIQUA NP 11:37 на урожай в 1,5 раза к контролю и качество зерна мягкой пшеницы. При однократной обработке наблюдалось улучшение качества клейковины (ИДК=67, I группа), при двукратной обработке на 1,9 % увеличилось содержание клейковины, на обоих изучаемых вариантах отмечалось увеличение натурной массы зерна.*
**Ключевые слова:** *подкормки, удобрение, качество зерна, урожайность, пшеница мягкая.*

Важнейшей задачей отечественного сельского хозяйства в современных условиях остается повышение продуктивности пашни. Успешное решение данной проблемы неразрывно связано с применением средств химизации во всех природно-сельскохозяйственных зонах России, в системах земледелия и технологиях, обеспечивающих достижение высокой агрономической эффективности, экологической и экономической целесообразности. В настоящее время многолетними научными исследованиями и мировой практикой земледелия все больше подтверждаются положения, что агрохимические средства — материальная основа плодородия почв [1–3].

Наиболее высокий агрономический эффект достигается при сбалансированном внесении минеральных удобрений. В последние годы в России и за рубежом большое внимание придается жидким комплексным минеральным удобрениям, позволяющим снизить дозы при одно-

временном повышении их агрономической и экономической эффективности [4–6].

В этой связи большой интерес вызывает применение жидких комплексных удобрений производства ФосАгро ($N_{11}P_{37}$) (APALIQUA NP 11:37), содержащих в своем составе как азот, так и фосфор. Последние четыре года в Челябинской области складываются условия недостаточного увлажнения в период вегетации, что снижает эффективность гранулированных минеральных удобрений [7; 8]. В связи с этим наиболее актуально применение жидких удобрений. В условиях Челябинской области удобрение APALIQUA NP 11:37 ранее не изучалось, в связи с этим принято решение провести исследования по выявлению эффективности жидкого комплексного минерального удобрения при выращивании нового сорта мягкой пшеницы Памяти Тюнина [9; 10].

**Цель исследований** — определить влияние жидкого комплексного удобрения APALIQUA NP 11:37 на урожай и качество зерна сорта мягкой пшеницы сорта Памяти Тюнина.

**Схема опыта и методика проведения исследований.**

Для первой обработки в фазу кущения была принята степень разведения: 1 часть APALIQUA NP 11:37 на 6 частей воды. Расход рабочего раствора на гектар составил 300 л (расход препарата — 50 л).

Вторая обработка проводилась в фазу начала колошения. При второй подкормке в фазу начала колошения была принята степень разведения: 1 часть APALIQUA NP 11:37 на 10 частей воды. Расход рабочего раствора на гектар составил 300 л (расход препарата — 30 л). Расчетная стоимость APALIQUA NP 11:37 — 45,5 руб./л.

Учетная площадь делянки составляет 18 м$^2$. Размещение пшеницы мягкой в опыте по паровому предшественнику, который обеспечивает максимальные показатели накопления влаги и элементов минерального питания.

Схема опыта:

1. Контроль (без обработки).

2. Однократная обработка посевов мягкой пшеницы APALIQUA NP 11:37 (соотношение 1 : 6) в фазу кущения.

3. Двукратная обработка посевов мягкой пшеницы APALIQUA NP 11:37 (первая обработка с концентрацией раствора 1 : 6, вторая — 1 : 10).

Почва опытного участка. Рельеф местности спокойный, ровный. Почвенный покров опытного поля ФГБНУ Челябинский НИИСХ типичен для северного лесостепного агроландшафта Челябинской области, представлен черноземом выщелоченным тяжелосуглинистым среднегумусированным маломощным (табл. 1). $А_{пах}$ 0–30 см — влажный, темно-

серый, однородный, комковато-пылеватой структуры, рыхлый, среднесуглинистого гранулометрического состава.

**1. Агрохимическая характеристика почвы опытного участка**

| Гумус, % | $pH_{KCl}$ | $H_г$ | $S_{осн.}$ | $N_{л/г}$, мг/кг | $P_2O_5$, мг/кг | $K_2O$, мг/кг | $N\text{-}NO_3$, мг/кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | мг-экв на 100 г | | | | | |
| 5,9 | 5,6 | 4,1 | 32,8 | 62,0 | 50,0 | 132,0 | 4,7 |

Агрометеорологические условия вегетационного периода 2022 г. характеризовались короткой теплой зимой с дефицитом осадков в начале зимы и большим количеством в марте. Ранняя теплая весна была с обильными осадками в мае, с умеренным температурном режимом. Первая половина лета (май–июнь) была с осадками, вторая половина лета (июль–август) аномально жаркая и сухая (табл. 2).

**2. Обеспеченность осадками вегетационного периода**

| Показатель | | Месяцы вегетационного периода | | | | Осадки, мм за вегетацию |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | май | июнь | июль | август | |
| Осадки, мм | 2022 г. | 69,7 | 53,5 | 30,2 | 14,9 | 168 |
| | среднемноголетний | 38 | 60 | 76 | 57 | 231 |
| Температура, ºС | 2022 г. | 10,6 | 16,0 | 20,3 | 19,8 | 2052 |
| | среднемноголетний | 11,0 | 15,9 | 17,5 | 15,5 | 1839 |
| ГТК | 2022 г. | 2,1 | 1,1 | 0,5 | 0,2 | 0,8 |
| | среднемноголетний | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,2 | 1,3 |
| Дефицит влаги, мм | 2022 г. | 151,9 | 195,0 | 297,6 | 328,6 | 973,1 |

Температура воздуха в мае была на 0,4 ºС ниже нормы, в июне на 0,1 ºС выше среднемноголетнего значения, количество осадков составило 123 мм при норме 98, это 126 % от среднемноголетней нормы. Гидротермический коэффициент по Селянинову за этот период составил 1,6, что характеризует условия увлажнения как влажные и благоприятные для развития зерновых культур. Такие условия в мае способствовали получению дружных всходов и в последующем сильному кущению.

Вторая половина вегетации зерновых культур оказалась крайне засушливой, ГТК составлял от 0,5 в июле до 0,2 в августе. Созревание урожая зерновых культур проходило ускоренными темпами на фоне

высоких температур. В июле температуры превышали норму на 2,8 ºС, в августе — на 4,3 ºС, в сентябре — на 1,6 ºС. В целом за вегетационный период влагообеспеченность посевов яровых зерновых культур в 2022 г. составила всего 38 %. Запасы продуктивной влаги в почве (0–100 см) — 126 мм.

Нами была проведена оценка влияния APALIQUA NP 11:37 на урожайность и качественные признаки зерна яровой мягкой пшеницы (сорт Памяти Тюнина). Согласно полученным результатам урожайность на обоих вариантах с обработкой в 1,5 раза превысила показатель на контрольном варианте без обработки и составляла в среднем 42,4 ц с гектара.

В лаборатории качества ФГБНУ «Челябинский НИИСХ» проведена технологическая оценка качества зерна мягкой пшеницы. По результатам анализа технологических свойств зерна выявлено увеличение натурной массы зерна при обработке посевов APALIQUA NP 11:37. Наблюдалось положительное влияние и на основные показатели качества зерна пшеницы: при однократной обработке наблюдалось улучшение качества клейковины (идентифицированная дифференциация качества: ИДК = 67, I группа), при двукратной обработке на 1,9 % увеличилось содержание клейковины; на обоих изучаемых вариантах отмечалось увеличение натурной массы зерна (табл. 3).

**3. Влияние жидкого комплексного удобрения APALIQUA NP 11:37 на урожайность и качество зерна яровой пшеницы Памяти Тюнина**

| Вариант | Урожайность, ц/га | Содержание белка, % | Клейковина, % | ИДК | Натурная масса, г | Масса 1000 зерен, г |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Контроль | 28,0 | 14,4 | 26,4 | 97-II | 769 | 35,2 |
| Однократная обработка | 42,0 | 14,0 | 26,1 | 67-I | 834 | 36,0 |
| Двукратная обработка | 42,8 | 15,0 | 28,3 | 80-II | 837 | 35,4 |
| $НСР_{0,5}$ | 1,4 | | | | | |

Двукратная внекорневая обработка APALIQUA NP 11:37 мягкой пшеницы Памяти Тюнина привела не только к увеличению урожайности в 1,5 раза, но и позволила сохранить белковость. Выявленный эффект позволяет рассчитывать на дополнительную прибыль за счет реализации более качественного зерна и установления более высокой ценовой категории (табл. 4).

**4. Экономическая эффективность APALIQUA NP 11:37 на пшенице Памяти Тюнина, 2022 г.**

| Вариант | Норма, кг/га | Затраты на 1 га, руб. | Урожайность, ц/га | Белок, % | Разница дохода по вариантам к контролю, руб./га |
|---|---|---|---|---|---|
| Без обработки (контроль) | — | — | 28,0 | 14,4 | — |
| Однократная обработка APALIQUA NP 11:37 | 147,0 | 6688 | 42,0 | 14,0 | +11512 |
| Двукратная обработка APALIQUA NP 11:37 | 147,0<br>44,1 | 6688<br>1870 | 42,8 | 15,0 | +10682 |

Внекорневые подкормки жидким комплексным удобрением APALIQUA NP 11:37 оказали влияние на урожайность зерна мягкой пшеницы. По результатам исследований одного года можно констатировать в целом положительную реакцию пшеницы мягкой Памяти Тюнина на внекорневые подкормки жидким комплексным удобрением APALIQUA NP 11:37. В частности, выявлено увеличение урожайности зерна мягкой пшеницы на вариантах с однократной обработкой на 50,0 %, на вариантах с двукратной обработкой на 50,9 %.

С учетом вышеизложенного считаем целесообразным продолжить опыты по оценке применения APALIQUA NP 11:37 на мягкой пшенице.

Литература


1. Шаталина Л. П., Анисимов Ю. Б., Калюжина Е. Л. Качественный состав гумуса чернозема выщелоченного в севооборотах северной лесостепи Южного Урала // Аграрный вестник Урала. – 2022. – № 9 (224). – С. 33–46. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-224-09-33-46.
2. Захарова И. А., Юмашев Х. С. Резервы фосфора и калия в основных типах зональных почв Челябинской области // Вестник НГАУ. – 2020. – № 3 (56). – С. 38–45. – DOI: 10.31677/2072-6724-2020-56-3-38-45.
3. Отчет о выполнении работ по программе: «Агроэкономическая оценка жидкого минерального удобрения «Зеленит» при выращивании зерновых культур в условиях Челябинской области». ГНУ «Челябинский НИИСХ». 2013 г.
4. Экологическое сортоизучение яровой мягкой пшеницы в северной лесостепи челябинской области/ Д. А. Пырсиков, Н. В. Глаз, Л. А. Пуалаккайнан, Л. В. Уфимцева // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2023. – № 2. – С. 18–22. DOI: 10.31857/2500-2082/2023/2/18-22.
5. Захарова И. А., Юмашев Х. С. Мониторинг плодородия черноземных почв Южного Зауралья : монография. – Челябинск : Изд-во Челяб. гос. ун-та, 2023. – 121 с.

6. Погода и урожай. Основы растениеводства зерновых культур в Зауралье (пособие для фермера и агротехнолога) : монография / Е. И. Шиятый, А. А. Агеев, А. А. Анисимов [и др.]. – Челябинск : ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2020. – 264 с.
7. Анализ агроклиматических условий уральского региона за период с 1966-го по 2020 годы и перспективный прогноз изменения среднегодовой температуры до 2050 года / А. А. Васильев, Д. Ю. Нохрин, Ф. М. Гасымов, Н. В. Глаз // АПК России. – 2022. – Т. 29. № 2. – С. 139–147. DOI: 10.55934/2587-8824-2022-29-2-139-147.
8. Изменение климата на Урале : монография / А. А. Васильев, Д. Ю. Нохрин, Н. В. Глаз [и др.]. – Челябинск : Изд-во Челяб. гос. ун-та, 2022. – 85 с.
9. Рекомендации семинара по возделыванию зерновых и зернобобовых культур, посвященного 85-летию селекции яровой пшеницы и 45-летию селекции ярового ячменя в ФГБНУ «Челябинский НИИСХ». – Челябинск. 2022 г. – 73 с. – ID: 49344235, EDN: JWVYMH.
10. Устойчивость перспективных селекционных линий яровой мягкой пшеницы, созданных в Челябинском НИИ сельского хозяйства, к листовым пятнистостям / Н. М. Коваленко, В. А. Тюнин, И. Ю. Кушниренко [и др.] // Генофонд и селекция растений. Доклады и сообщения V Международной конференции. – Новосибирск, 2020. – С. 135–139. – DOI: 10.18699/GPB2020-35.

## INFLUENCE OF TOP DRESSING WITH LIQUID COMPLEX FERTILIZER ON THE YIELD OF SOFT WHEAT

**S. A. Ivanov, P. M. Lopukhov,**
**I. A. Zakharova, N. V. Glaz**

*Interest in liquid complex fertilizers increases in conditions of insufficient moisture during the growing season. The last four years in the Urals are dry; the values of long-term climatic norms of precipitation are not achieved. At the same time, the soils of the zone are predominantly deficient in phosphorus supply, and fertilizing with nitrogen is required. The most technologically advanced technique is foliar top dressing using sprayers. The use of liquid complex fertilizers PhosAgro ($N_{11}P_{37}$) (APALIQUA NP 11:37) containing both phosphorus and nitrogen in its composition was studied. The use of complex fertilizer APALIQUA NP 11:37 increased the wheat yield by 1.5 times compared to the control. With a single top dressing, an improvement in the quality of gluten was observed (the identified quality differentiation is 67, group I), with a double top dressing, the gluten content increased by 1.9 %, in both studied options, an increase in the natural weight of the grain was noted.*

**Keywords:** *top dressing, fertilizer, grain quality, productivity, soft wheat.*

УДК 633.2/.3.033(0254)
DOI: https://doi.org/10.33814/MAK-2023-32-80-117-123

# ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ НА БОТАНИЧЕСКИЙ СОСТАВ, КАЧЕСТВО И ПРОДУКТИВНОСТЬ ПАСТБИЩНОГО ТРАВОСТОЯ

**В. Н. Ковшова**[1], кандидат сельскохозяйственных наук
**А. В. Смирнова**[1, 2], кандидат сельскохозяйственных наук
**Н. В. Лузянина**[1]

[1]*Кировская лугоболотная опытная станция – филиал ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса», г. Киров, Россия, valentina.kovshova@yandex.ru*
[2]*ФГБОУ ВО «Вятский государственный агротехнологический университет», г. Киров, Россия*

*Показана роль минерального удобрения долголетнего пастбищного травостоя, расположенного на низинном осушенном торфянике, в сохранении ценного состава травостоя, повышении его качественных характеристик и продуктивности в течение длительного периода без дополнительных капитальных вложений на их улучшение.*
**Ключевые слова:** *долголетнее пастбище, минеральное удобрение, многолетние травы, продуктивность, качество корма, низинная осушенная торфяная почва.*

В современных условиях развития АПК, при недостаточности материальных ресурсов в хозяйствах, решение проблемы адаптивной интенсификации растениеводства должно базироваться на максимальном использовании природных ресурсов, биологических и экологических факторов.

Большое значение в сельскохозяйственном производстве имеет молочное скотоводство с возрастающим удоем молока более 9500 кг от коровы в год. Для получения высоких удоев необходимо уделять особое внимание созданию кормовой базы с высококачественными энергопротеинонасыщенными кормами. Увеличение производства высокопитательных и дешевых кормов должно быть направлено на использование ранее мелиорированных земель и осушенных болот для создания сеяных сенокосов и пастбищ.

В Кировской области сельскохозяйственные площади составляют 3320 тыс. га, из них под пастбищами занято 399 тыс. га, под сенокосами — 374 тыс. га, заболоченных земель — 126 тыс. га [1].

В связи с низкой обеспеченностью сельского хозяйства материальными ресурсами и низким уровнем интенсификации используемых

земель, урожайность сенокосов и пастбищ низкая: 1,2–1,6 т/га сухого вещества (СВ). Однако осушенные торфяные и заболоченные почвы, широко распространенные в центральной и южно-таежной подзоне Евро-Северо-Востока России, в том числе и в Кировской области, благодаря высокому содержанию органического вещества, обладают потенциальными возможностями для создания кормовой базы, обеспечивающей потребности высокопродуктивных животных [2; 3; 4].

Оптимальным способом решения проблемы кормления высокопродуктивного молочного стада в летний период является создание долголетних пастбищных травостоев, позволяющих обеспечивать высококачественными витаминными кормами крупный рогатый скот в течение весенне-летнего периода. Для поддержания высокой продуктивности долголетних культурных пастбищ необходимо использовать простые и экономически выгодные приемы и технологии. Наиболее простым и эффективным приемом повышения урожайности пастбищ является подкормка минеральным удобрением [5].

Поэтому цель наших исследований — разработать приемы минерального удобрения долголетнего пастбищного травостоя, расположенного на низинном осушенном торфянике, обеспечивающие улучшение ботанического состава долголетнего пастбищного травостоя, повышение его продуктивности, поедаемости и качества пастбищного корма.

**Объекты и методы исследований.** Опыт заложен в 2011 г. на долголетнем пастбищном травостое, созданном в 1935 г. из 10-компонентной пастбищной травосмеси: клевер ползучий (*Trifoluim repens* L.) — 1,4 кг, клевер гибридный (*Trifoluim hybridum* L.) — 1,4 кг, мятлик луговой (*Poa pratensis* L.) — 2,3 кг, мятлик болотный (*Poa palustris* L.) — 2,3 кг, овсяница красная (*Festuca rubra* L.) — 3,3 кг, овсяница луговая (*Festuca pratensis* Huds.) — 4,6 кг, райграс пастбищный (*Lolium perenne* L.) — 5,0 кг, тимофеевка луговая (*Phleum pratense* L.) — 1,4 кг, лисохвост луговой (*Alopecurus pratensis* L.) — 2,4 кг, полевица белая (*Agrostis stolonifera* L.) — 1,6 кг, всего 25,7 кг/га семян.

Опытный участок расположен на осушенной низинной среднемаломощной торфяной почве с мощностью торфа до 150 см, подстилаемой аллювиальными песками. Степень разложения торфа — 40 %, торф низинный, по ботаническому составу осоково-древесный. Химический состав почвы в процентах на абсолютно сухое вещество: зола — 13,4, нерастворимый остаток — 2,10, $Al_2O_3 + Fe_2O_3$ — 2,82, CaO — 3,05, $P_2O_5$ валовой — 0,33, $K_2O$ валовой — 0,04, N — 2,89, что говорит о сравнительно большом запасе в торфяной почве кальция, азота и содержании незначительного количества фосфорной кислоты и калия [6; 7]. Уровень грунтовых вод в период исследований на участке находился в пределах 70–90 см. Минеральные удобрения в дозах $N_{90}$, $N_{90}P_{60}$, $N_{90}K_{90}$, $N_{90}P_{60}K_{90}$,

$N_{30}P_{40}K_{40}$ вносили дробно: фосфорное — весной в один прием, азотное и калийное равными дозами под первый и третий циклы стравливания. Контролем для всех вариантов был неудобряемый травостой. В течение вегетационного периода проводилось четыре цикла стравливания пастбищного травостоя в фазу «кущение–выход в трубку» злаковых трав, подкашивание несъеденных остатков на высоте 7–10 см два раза за сезон. Режим использования долголетнего культурного пастбища — загонно-порционный, нагрузка на 1 га пастбища — 3–4 головы крупного рогатого скота черно-пестрой породы с продуктивностью более 9000 кг молока от одной коровы.

Учеты и наблюдения проводили согласно методикам, принятым в луговодстве [8]. Экспериментальные данные обрабатывались стандартными методами с использованием пакета программ Excel [9].

**Результаты исследований и их обсуждение.** В течение последних 12 лет на травостое, созданном в 1935 г. и используемом в течение 88 лет в бессменном пастбищном режиме без перезалужения и подсева, проводились исследования по изучению влияния различных доз минеральных удобрений на улучшение ботанического состава травостоя, повышение его продуктивности и качества пастбищного корма.

К началу проведения исследований (2011 г.) в пастбищном травостое преобладали злаковые травы (69 %), доминирующей культурой из которых был пырей ползучий (22 %). Сеяные виды злаков: мятлик луговой, овсяница луговая, лисохвост луговой в сумме составляли 37 %, на долю несеяных злаков приходилось 31 % ботанического состава травостоя. Из семейства бобовых в травостое был отмечен клевер ползучий в незначительном количестве (1 %). Среди разнотравья, занимающего 30 % травостоя, наиболее часто встречающимися видами отмечены лютик едкий, герань луговая, одуванчик лекарственный, будра плющевидная, тысячелистник обыкновенный, вероника дубравная, подмаренник мягкий, подорожник средний.

Подкормки травостоя минеральным удобрением в различных дозах и сочетаниях способствовали развитию ценных видов злаковых трав, таких как мятлики луговой и болотный, кострец безостый, лисохвост луговой, овсяница луговая, долевое участие которых в пастбищном травостое в сумме достигало 78–91 %. При этом долевое участие разнотравья в травостое уменьшалось с 30 % (2011 г.) до 8–19 % (2022 г.) при подкормке минеральным удобрением в дозах $N_{90}P_{60}$, $N_{90}K_{90}$, и $N_{90}P_{60}K_{90}$. Улучшение калийного питания трав при внесении хлористого калия в дозе $K_{90}$ в составе двойной смеси и полного минерального удобрения способствовало развитию таких трав, как лисохвост луговой (15–20 %), пырей ползучий (17–27 %), ежа сборная (11–19 %). При систематическом внесении полного минерального удобрения в до-

зах $N_{90}P_{60}K_{90}$ и $N_{30}P_{40}K_{40}$ повышалось долевое участие в пастбищном травостое костреца безостого (4–10 %), пырея ползучего (12–27 %), ежи сборной (9–11 %). Клевер белый в травостое появлялся в незначительном количестве, в зависимости от погодных условий. Это указывает на возможность регулирования направленности сукцессионных процессов пастбищного травостоя внесением минерального удобрения.

При рациональном использовании пастбищного травостоя в ранние фазы развития растений и высоте травостоя не выше 35–40 см в течение всего периода исследований пастбищный корм был высокого качества. Как на неудобряемом травостое, так и на фоне применяемых минеральных удобрений в дозах $N_{30–90}P_{40–60}K_{40–90}$ питательность корма была высокой по содержанию сырого протеина (20–22 % в 1 кг СВ) и переваримого протеина (133–155 г/кг СВ) при концентрации сырой клетчатки 21–22 % в 1 кг СВ, что соответствовало отраслевому стандарту пастбищного корма. На одну кормовую единицу пастбищного корма приходилось 150–170 г переваримого протеина. Концентрация обменной энергии в 1 кг сухого вещества корма составляла 10–11 МДж, что позволяло снижать расход концентрированных кормов в пастбищный период.

Применение минеральных подкормок на старовозрастном пастбищном травостое способствовало не только улучшению ботанического состава травостоя, но и повышению его продуктивности и поедаемости. Средняя за период исследований урожайность долголетнего пастбищного травостоя без минеральных подкормок составляла 5,7 т/га СВ (табл. 1).

**Продуктивность долголетнего пастбищного травостоя в зависимости от минерального удобрения (2011–2022 гг.)**

| Удобрение (за сезон) | Сбор СВ, ц/га | % к контролю | Сбор обменной энергии, ГДж/га | Сбор кормовых единиц | Сбор переваримого протеина, кг/га |
|---|---|---|---|---|---|
| Контроль, без удобрений | 57,2 | — | 59,7 | 4998 | 748 |
| $N_{90}$ | 61,1 | 107 | 64,7 | 5494 | 923 |
| $N_{90}K_{90}$ | 66,7 | 117 | 69,6 | 5858 | 968 |
| $N_{90}P_{60}$ | 61,0 | 107 | 65,4 | 5584 | 956 |
| $N_{90}P_{60}K_{90}$ | 72,0 | 126 | 75,3 | 6315 | 1052 |
| $N_{30}P_{40}K_{40}$ | 57,9 | 101 | 61,2 | 5171 | 806 |

Внесение минерального удобрения в различных дозах и сочетаниях повышало сбор сухого вещества до 5,8–7,2 т/га. При применении минерального удобрения в дозах $N_{90}K_{90}$ и $N_{90}P_{60}K_{90}$ получена максимальная прибавка урожайности (1,0–1,5 т/га СВ) по сравнению с контролем. При этом поедаемость пастбищного травостоя на фоне минерального удобрения в этих дозах повышалась в среднем на 20–25 % по сравнению с показателями неудобряемого травостоя. Минеральные подкормки обеспечивали повышение продуктивности по сбору сухого вещества на 7–26 %, обменной энергии на 8–26 %, кормовых единиц на 10–26 %, сырого протеина на 8–41% по сравнению с контролем. Причем наиболее высокие показатели продуктивности получены на фоне минеральных подкормок двойной смесью в дозах $N_{90}K_{90}$ и полным минеральным удобрением в дозах $N_{90}P_{60}K_{90}$.

Эффективность ежегодного использования азотно-калийного удобрения в дозах $N_{90}K_{90}$ и полного минерального удобрения в дозах $N_{90}P_{60}K_{90}$ в подкормках пастбищного травостоя выражалась в обеспечении наибольшей прибыли (30,7–31,8 тыс. руб./га) и высокой окупаемости одного рубля затрат (2,2–2,5 руб.) за счет формирования высоких урожаев травостоя.

Анализ агроэнергетической оценки различных приемов минерального удобрения пастбищного травостоя на низинном осушенном торфянике дает возможность определить наиболее оптимальный вариант эксплуатации пастбищного травостоя, использование которого обеспечивает минимальные затраты антропогенной энергии при сохранении высокой устойчивости пастбищных фитоценозов (табл. 2).

**2. Агроэнергетическая эффективность производства пастбищного корма**

| Удобрение (за сезон) | Сбор с 1 га | | Затраты антропогенной энергии, ГДж/га | Агроэнергетический коэффициент | Затраты энергии, МДж, на производство | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | обменной энергии, ГДж | сырого протеина, ц | | | 1 ГДж обменной энергии | 1 кг сырого протеина |
| Контроль, без удобрений | 46,5 | 7,6 | 3,5 | 1297 | 77,6 | 0,47 |
| $N_{90}$ | 50,5 | 9,2 | 11,6 | 426 | 236,9 | 1,30 |
| $N_{90}K_{90}$ | 54,6 | 9,6 | 12,6 | 422 | 238,5 | 1,33 |
| $N_{90}P_{60}$ | 51,3 | 9,4 | 12,8 | 391 | 257,6 | 1,42 |
| $N_{90}P_{60}K_{90}$ | 55,3 | 10,6 | 13,7 | 420 | 239,5 | 1,34 |
| $N_{30}P_{40}K_{40}$ | 47,9 | 8,1 | 6,8 | 656 | 159,6 | 1,00 |

В технологической схеме использования пастбищного травостоя основные энергетические затраты приходились на текущие производственные расходы, которые, в основном, находились в зависимости от доз вносимых минеральных удобрений. Так, при использовании пастбищного травостоя без удобрений антропогенные затраты на производство пастбищного корма были минимальными и составляли 3,5 ГДж/га. В эти затраты входили весеннее боронование травостоя и двухразовое подкашивание несъеденных остатков. Минеральные подкормки пастбищного травостоя, дополнительно к приемам ухода за травостоем, хотя и повышали антропогенные затраты в 1,9–3,9 раза, но при этом повышался сбор обменной энергии в 1,1–1,2 раза и сбор сырого протеина в 1,1–1,4 раза с 1 га. Затраты энергии на производство 1 МДж обменной энергии и 1 кг сырого протеина на удобряемых травостоях тоже повышались в 2,0–3,3 раза, в связи с высокой продуктивностью и низкими затратами энергии на производство корма без удобрений. Однако применение минеральных подкормок на пастбище такого типа способствовало улучшению качественного состава травостоя, повышению его продуктивности и поедаемости.

**Выводы.** Систематические минеральные подкормки долголетнего пастбищного травостоя, расположенного на низинном осушенном торфянике, способствуют улучшению ботанического состава травостоя за счет внедрения ценных видов злаков (с 69 до 78–91 %) и снижения долевого участия разнотравья (с 30 до 8–19 %), плохо поедаемого животными.

Улучшение ботанического состава пастбищного травостоя оказывает непосредственное влияние на повышение качественных характеристик пастбищного корма по содержанию сырого протеина (20–22 %), сырой клетчатки (21–22 %), обменной энергии (10–11 МДж) и кормовых единиц (0,9–1,0) в 1 кг сухого вещества корма.

При соблюдении научно обоснованной технологии ухода за пастбищным травостоем, пастьбы и систематических подкормках минеральным удобрением в дозах $N_{90}K_{90}$ и $N_{90}P_{60}K_{90}$ достигнуто стабильное повышение продуктивности долголетнего пастбищного травостоя на осушенной торфяной почве до уровня 5,9–6,3 тысяч кормовых единиц и 9,8–10,5 ц переваримого протеина с 1 га. В этих условиях обеспечивается эффективное использование пастбища в течение длительного периода времени без дополнительных капитальных вложений на его улучшение.

Литература

1. Государственный доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2019. – М. : Росреестр, 2020. – 206 с.

2. Жученко А. А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства (концепция). – Пущино : ОНТИ РАН, 1994. – 148 с.
3. Косолапов В. М., Зотов А. А., Уланов А. Н. Кормопроизводство на торфяных почвах России. – М. : ОАО «Дом печати – Вятка», 2009. – 858 с.
4. Уланов А. Н. Торфяные и выработанные почвы южной тайги Евро-Северо-Востока России : монография. – Киров : ОАО «Дом печати – Вятка», 2005. – 320 с.
5. Пастбищная монокультура в условиях дренированных торфяных почв / А. Н. Уланов, В. Н. Ковшова, А. В. Смирнова [и др.] // Серия конференций IOP: Наука о земле и окружающей среде. – Москва, 2021. – С. 012023. – DOI: 10.1088/1755-1315/663/1/012023.
6. Уланов А. Н., Полубень А. П. Средообразующая роль лугопастбищных травостоев на осушенных низинных торфяниках // Проблемы и перспективы природопользования на торфяных почвах. Научные труды Кировской лугоболотной опытной станции. – Киров, 1999. – С. 26–32.
7. Долголетнее культурное пастбище на торфяной почве / В. М. Косолапов, А. Н. Уланов, Е. Л. Журавлева [и др.]. – Киров : ООО «ВЕСИ», 2015. – 124 с.
8. 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. – 192 с.
9. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. – М. : Колос, 1979. – 416 с.

## EFFECT OF MINERAL FERTILIZERS ON THE BOTANICAL COMPOSITION, QUALITY AND PRODUCTIVITY OF PASTURE HERBAGE

**V. N. Kovshova, A. V. Smirnova, N. V. Luzyanina**

*The role of mineral fertilizer of a long-term pasture herbage located on a low-lying drained peat bog in preserving the valuable composition of the herbage, increasing its quality characteristics and productivity over a long period (88 years) is shown without additional capital investments for improvement.*
**Keywords:** *long-term pasture, mineral fertilizers, perennial grasses, productivity, feed quality, lowland drained peat soil.*

УДК 631.465
DOI: https://doi.org/10.33814/MAK-2023-32-80-124-128

# АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТОВ В ВЫРАБОТАННЫХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ

**Е. А. Лобанова**
**Е. В. Порохина,** кандидат биологических наук

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия, porohkatrin@yandex.ru*

*Представлены результаты исследования активности некоторых ферментов из класса оксидоредуктаз в выработанных торфяных почвах болота Таган. Установлено, что весь профиль исследуемых почв биохимически активен, что обеспечивает их потенциальное плодородие.*
**Ключевые слова:** *выработанные торфяные почвы, ферменты, оксидоредуктазы, каталаза, полифенолоксидаза, пероксидаза.*

**Введение.** Торфяные болота в Западной Сибири занимают площадь в 3442,8 тыс. га, при этом площадь выработанных торфяников составляет не более 70 тыс. га. [1]. Необходимость мониторинга состояния торфяных болот, в том числе и их биологической активности, безусловно, является важной задачей, особенно для Западной Сибири. Торфяники после выработки представляют собой большую ценность как с практической, так и с экологической точек зрения. Изучение ферментативной активности имеет большое значение для выявления изменений биологического состояния выработанных торфяных почв при их использовании, так как сохранение органогенного слоя выработанных торфяных месторождений в настоящее время является одной из приоритетных научных задач.

В процессах трансформации органического вещества торфа важную роль играют окислительно-восстановительные процессы гумусообразования, в которых активное участие принимают ферменты из класса оксидоредуктаз — каталаза, полифенолоксидаза и пероксидаза [2; 3].

Работ, посвященных изучению активности ферментов выработанных торфяных почв, сравнительно немного [4–8], что подчеркивает актуальность исследований.

**Объекты и методы исследований.** Для исследований был выбран выработанный и рекультивированный участок болота эвтрофного типа Таган, расположенного в долине р. Черной — левобережного притока р. Томи (Западная Сибирь, Томская область, Томский район) [1]. В настоящее время вся площадь болота разделена на три части. Большая

часть болота находится в естественном состоянии, осушенная часть (около 350 га) была подвержена пожарам, часть торфа была вывезена на удобрения, а территория площадью около 30 га представляет собой выработанный и рекультивированный участок, который на протяжении почти 50 лет использовался под сенокосы. В настоящее время этот участок частично занят под пастбище (ООО «Заречное»), а часть его используется садоводческим товариществом. Остаточный слой торфяного профиля в пункте наблюдений мощностью 1,4 м сформирован древесным видом торфа. В основании выработанного торфяника залегает древесный торф, состоящий преимущественно из остатков древесины ели, сильно загрязненный минеральными частицами. Подстилающие породы — заиленные пески. По зольности торф выработанного торфяника можно отнести к нормальнозольным. Степень разложения торфов, слагающих остаточный торфяной слой, варьирует в широких пределах — от 30 до 70 % с уменьшением к поверхности [9].

Для исследования некоторых биохимических показателей торфяного профиля болота Таган в сентябре 2020 г. в пункте наблюдений проводился отбор проб торфа на анализ торфяным буром ТБГ-1 через каждые 20 см на всю глубину остаточного слоя торфа. Из показателей ферментативной активности в отобранных образцах торфа определяли в трехкратной повторности общую активность каталазы газометрическим методом в модификации Ю. В. Круглова и Л. Н. Пароменской [10], а также активность полифенолоксидазы и пероксидазы по методу Л. А. Карягиной и Н. А. Михайловской [11].

**Результаты и обсуждение.** Результаты исследований показывают, что в профиле выработанных торфяных почв болота Таган общая каталазная активность варьирует в широких пределах: от 3,28 до 12,84 мл $O_2$ за 2 мин/г сухого торфа (далее по тексту — ед.) при среднем значении 5,41 ед. (рис. 1).

Более высокая активность каталазы наблюдается в верхнем аэробном слое (0–20 см). Известно, что активность каталазы непосредственно связана с общей численностью и деятельностью основных групп микроорганизмов в почве [12]. Верхний слой торфяного профиля содержит свежие растительные остатки, хорошо развитую корневую систему растений, что активизирует почвенную микрофлору. В более глубоких слоя торфяного профиля общая активность каталазы не превышает 5,00 ед. Возможно, это связано с уменьшением содержания легкоразлагаемых органических веществ. Такая же закономерность распределения каталазной активности по торфяному профилю наблюдалась и ранее на этом же участке [1], а также выявлена в осушенных торфяных почвах [13]. В целом, полученные данные сопоставимы с результатами более ранних исследований, проведенных на этом же участке болота Таган в 1998–

2001 гг.: так в среднем активность фермента в период наблюдений составила 5,56 ед.

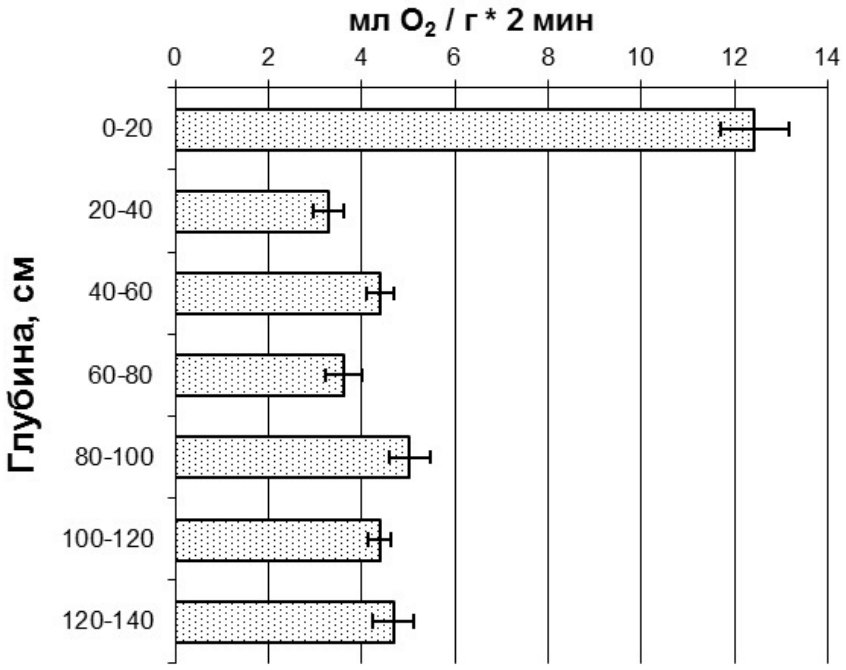



**Рис. 1. Общая каталазная активность в выработанных торфяных почвах болота Таган**

Показателем интенсивности процессов гумификации разлагающихся в почвах органических соединений, является активность ферментов полифенолоксидазы и пероксидазы [3]. Выявлено, что активность полифенолоксидазы изменяется от 0,68 до 1,38 1,4-бензохинона /г·30 мин сухого торфа (далее по тексту — ед.) при среднем значении 1,00 ед. (рис. 2). По торфяному профилю активность полифенолоксидазы распределена неравномерно. Максимум активности фермента отмечается в средней части торфяного профиля (40–100 см).

Активность пероксидазы варьирует в пределах от 9,06 до 19,72 ед., при среднем значении 16,04 ед. (рис. 2). Более высокие показатели зафиксированы в нижних слоях остаточного торфяного профиля (80–140 см), что отмечалось нами ранее [1; 13]. Сравнивая полученные данные с результатами более ранних исследований, проведенных на этом же участке болота Таган в 1999–2001 гг., можно отметить, что активность фермента полифенолоксидазы снизилась в среднем в 1,5 раза, а активность пероксидазы, напротив, возросла в 1,7 раза. Это может быть связано с качественным изменением гумусовых веществ в остаточном торфяном слое, более глубокой трансформацией органического вещества торфа, которое произошло за двадцатилетний период.

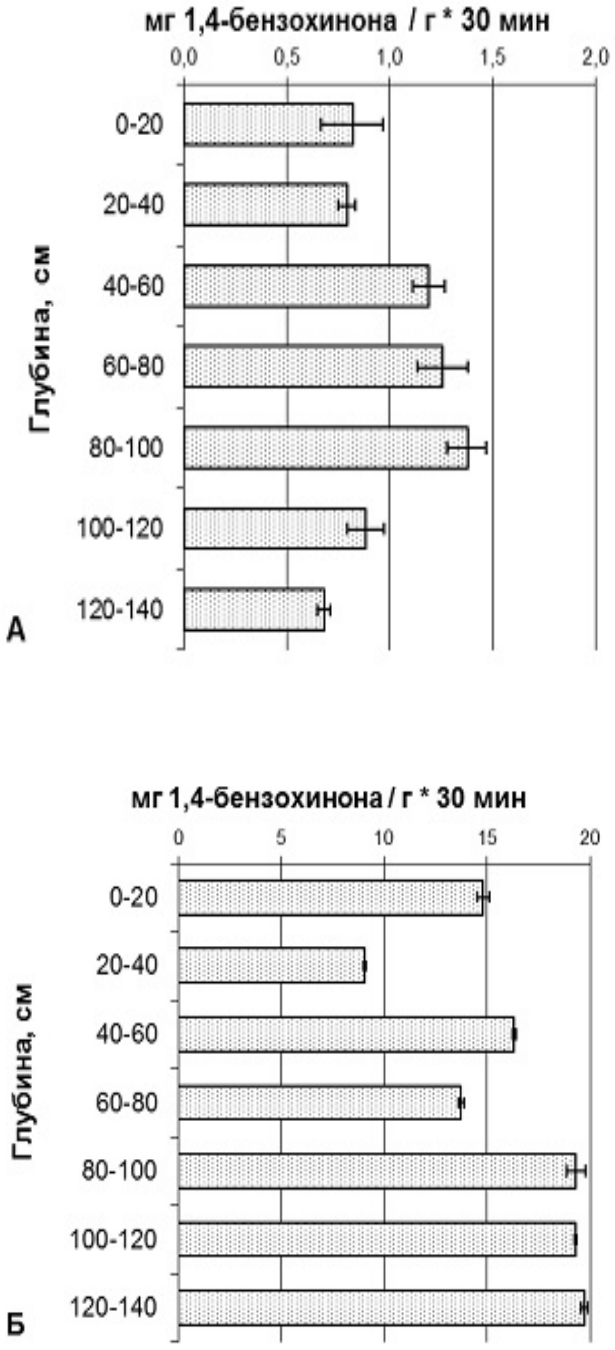



**Рис. 2. Активность полифенолоксидазы (А) и пероксидазы (Б) в выработанных торфяных почвах болота Таган**

**Выводы.** Таким образом, весь профиль выработанных торфяных почв болота Таган биохимически активен, но направленность биохимических процессов различается: интенсивность окислительных процессов, катализируемых ферментом каталазой, выше в верхнем слое (0–20 см), а процессы биосинтеза гумуса активнее осуществляются в более глубоких слоях торфяного профиля.

Литература


1. Выработанные торфяные месторождения, их характеристика и функционирование / Л. И. Инишева, Е. В. Порохина, В. Е. Аристархова, А. Ф. Боровкова. – Томск : ТГПУ, 2007. – 185 с.
2. Инишева Л. И., Ивлева С. Н., Щербакова Т. А. Руководство по определению ферментативной активности торфяных почв и торфов. – Томск : ТГПУ, 2002. – 119 с.
3. Хазиев Ф. Х. Методы почвенной энзимологии. – М. : Наука, 2005. – 252 с.
4. Широких А. А. Микрофлора и биологическая активность выработанных торфяников в процессе их сельскохозяйственной рекультивации : автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Минск, 1990. – 21 с.
5. Потапова С. С. Изменение гумусного и биохимического состояния торфяников низинного типа при первичном освоении : автореф. дис. … канд. биол. наук. – Новосибирск, 1997. – 17 с.
6. Инишева Л. И., Белова Е. В. Агрохимические, биологические свойства и режимы антропогенных торфяных почв // Агрохимия. – 2003. – № 4. – С. 22–28.
7. Уланов А. Н. Почвенные режимы низинных торфяных почв и выработанных торфяников Северо-Востока Европейской части России : дис. … д-ра с.-х. наук. – Киров, 2005. – 421 с.
8. Дырин В. А. Активность пероксидазы и полифенолоксидазы в торфе целинного и рекультивируемого участков болотной экосистемы низинного типа // Вестник ТГПУ. – 2015. – № 2 (155). – С. 164–170.
9. Система показателей современного состояния выработанных торфяных почв Сибири и их сельскохозяйственное использование / Л. И. Инишева, Е. В. Порохина, В. Е. Аристархова, Т. В. Дементьева. – Томск : ТГПУ, 2005. – 55 с.
10. Круглов Ю. В., Пароменская Л. Н. Модификация газометрического метода определения каталазной активности // Почвоведение. – 1966. – № 1. – С. 93–95.
11. Карягіна Л. А., Михайлоуская Н. А. Вызначэнне актыунасці поліфенолаксідазы і перакксідазы у глебе // Весцы АН БССР. Серыя сельскагаспадаргных навук. – 1986. – № 2. – С. 40–41.
12. Микробные ценозы торфяных почв и их функционирование / Т. Г. Зименко, А. С. Самсонова, А. Г. Мисник [и др.]. – Минск : Наука и техника, 1983. – 181 с.
13. Порохина Е. В., Голубина О. А. Ферментативная активность в торфяных залежах болота Таган // Вестник ТГПУ. – 2012. – Т. 122. – № 7. – С. 171–177.


## ENZYME ACTIVITY IN DEVELOPED PEAT SOILS


**E. A. Lobanova**, **E. V. Porokhina**



*The article presents the results of a study of the activity of some enzymes from the class of oxidoreductases in the developed peat soils of the Tagan swamp. It was found that the entire profile of the studied soils is biochemically active, which ensures their potential fertility.*



**Keywords:** *developed peat soils, enzymes, oxidoreductases, catalase, polyphenol oxidase, and peroxidase.*

УДК 636.086.2/3
DOI: https://doi.org/10.33814/MAK-2023-32-80-129-133

# ПРОДУКТИВНОСТЬ ТРАВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ИХ НА СЕНАЖ В УСЛОВИЯХ ПОДМОСКОВЬЯ

**И. В. Дуборезов,** кандидат сельскохозяйственных наук
**А. В. Косолапов,** кандидат сельскохозяйственных наук
**В. М. Дуборезов**, доктор сельскохозяйственных наук

*ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л. К. Эрнста, г. Подольск, п. Дубровицы Московской обл., korma10@yandex.ru*

*В результате испытаний восьми вариантов травосмесей однолетних кормовых культур выявлено наиболее продуктивное их сочетание. В частности, из двухкомпонентных смесей более высокую продуктивность обеспечили посевы овса с викой или горохом в сочетании 1 : 1,5. Их продуктивность с одного гектара составила более одной тонны сырого протеина и более 45 ГДж обменной энергии. При этом питательность сенажа (45 % сухого вещества) в этих вариантах, оцененная по содержанию протеина и энергетической ценности (соответственно 96 и 94 г и 0,40 и 0,41 энергетической кормовой единицы), имела более высокие показатели по сравнению с травосмесями в вариантах, где доля овса превышала долю бобовых в полтора раза. Добавление в состав травосмеси горчицы и подсолнечника (около 5 % каждой культуры от нормы высева) позволяет получить корм такой же питательности, но с большей продуктивностью с единицы площади посева. В частности, в данных вариантах с 1 га получено 1346 и 1370 кг сырого протеина, 61,7 и 57,6 ГДж обменной энергии. Увеличение доли подсолнечника увеличивает урожайность вегетативной массы (за счет повышенной влажности), но приводит к снижению продуктивности.*

**Ключевые слова:** *однолетние кормовые культуры, урожайность, питательные вещества, переваримость, энергетическая ценность, продуктивность одного гектара.*

**Актуальность исследований.** Максимальное использование растительных кормов для полноценного кормления молочного скота с целью реализации генетического потенциала продуктивности является важнейшим направлением в скотоводстве [5].

Сено всегда считалось незаменимым компонентом рационов для жвачных животных. В то же время, осложненный погодными и климатическими условиями технологический процесс заготовки сена приводит к высоким полевым потерям питательных веществ (до 30 % и более), снижению качественных показателей, продуктивной ценности, высоким технологическим и экономическим затратам. По сумме этих признаков в ряде регионов сено не может занимать значительного удельного веса в системе кормового баланса и рационах животных. Поэтому в

ряду растительных консервированных кормов наибольшее предпочтение получает корм из провяленных трав — сенаж, занимающий по физиологическому воздействию на животных промежуточное место между сеном и силосом. Сенаж характеризуется низкой кислотностью (pH = 4,7–5,5), хорошими вкусовыми и диетическими качествами, хорошей поедаемостью и высокой питательной ценностью. Его структурность, степень измельчения трав, оптимальное содержание сухого вещества (40–60 %) и органических кислот (1–2 % в сухом веществе) положительно сказывается на потреблении сухого вещества в рационе, на физиологических процессах пищеварения и способствует повышению продуктивности животных по сравнению с рационами, имеющими большой удельный вес кислых кормов (силос, жом, дробина) [1; 6].

Питательность сенажа, как и других объемистых кормов, зависит от многих факторов — способа и сроков уборки трав, фазы их развития, технологии приготовления, погодных условий и т. д. [1].

Немаловажная роль отводится ботаническому составу кормовых культур, от которых зависит не только кормовая ценность готового корма, но и выход энергии и питательных веществ с гектара [3].

Сенаж можно заготавливать практически из всех видов тонкостебельных кормовых культур. Бобовые травы имеют более высокую питательную и биологическую ценность, чем злаковые. Сенаж хорошего качества можно приготовить из злаково-бобовых травосмесей, учитывая, что в ранние фазы вегетации, на высоком агрофоне питания растений, содержание сырого протеина в них достигает 17,0–20,0 % в сухом веществе.

В настоящее время одним из основных видов сырья для сенажа из однолетних культур является вико-овсяная смесь, максимальная концентрация энергии и протеина у которой отмечена в фазу образования бобиков у бобовых.

В то же время посевы этой травосмеси имеют ряд недостатков:

– из-за различных агроклиматических условий по годам и по регионам не всегда удается получить растительную массу с одинаковым удельным весом вики и овса, что является необходимым условием для протекания биохимических процессов при сенажировании в желательном направлении;

– при неурожае опорной культуры (овса) масса полегает на поле, что создает трудности при скашивании растений;

– по культурам наблюдается несоответствие фаз вегетации, оптимальных для уборки, а именно: когда вика находится в фазе полной бутонизации или в начале цветения, овес близок к фазе восковой спелости зерна и при подборе массы, после ее провяливания в валках, происходит осыпание зерна из колоса. Это приводит к значительным потерям

питательных веществ и в дальнейшем — к снижению энергетической ценности сенажа.

В связи с вышеизложенным, поиск рациональных способов и приемов выращивания кормовых культур для приготовления сенажа, имеющих высокую продуктивность и кормовую ценность, для молочного скотоводства является актуальным направлением исследований.

**Методы исследований.** Для решения поставленных задач, по общепринятым в кормопроизводстве и зоотехнии методам, проведены полевые, физиологические, химико-аналитические и камеральные исследования [2; 4; 7].

В качестве исходного сырья использована вегетативная масса однолетних кормовых культур, выращенных на опытных делянках ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л. К. Эрнста. Проанализирован материал по урожайности, химическому составу и продуктивности однолетних злаковых и бобовых трав, а также их травосмесей. В прямых опытах на овцах изучена переваримость питательных веществ, путем расчета по уравнениям регрессии определена энергетическая ценность приготовленного сенажа. Полученные в опыте материалы обработаны биометрически посредством программы STATISTICA. При $p \leq 5$ разницу между полученными данными считали достоверной.

**Результаты исследований.** В результате испытаний восьми вариантов травосмесей выявлено наиболее продуктивное сочетание кормовых культур.

Из двухкомпонентных смесей максимальная урожайность отмечена в посевах овса с горохом (225 ц) и овса с викой (217 ц) в сочетании 1 : 1,5 (таблица).

Продуктивность одного гектара данных травосмесей составила более одной тонны сырого протеина и более 45 ГДж обменной энергии. Увеличение удельного веса овса в травосмеси приводит к снижению продуктивности посевов: сбор протеина составил 747 кг в смеси овса с викой и 782 кг — в смеси овса с горохом; выход обменной энергии с гектара — 35,3 и 40,8 ГДж соответственно.

При этом питательность сенажа, содержащего 45 % сухого вещества, в первых двух вариантах смеси, оцененная по содержанию протеина и энергетической ценности (96 и 94 г и 0,40 и 0,41 ЭКЕ), имела более высокие показатели по сравнению с травосмесями третьего и четвертого вариантов, где доля овса превышала долю бобовых в полтора раза (81 и 76 г и 0,38 и 0,40 ЭКЕ соответственно).

С точки зрения биологической полноценности, сенаж из многокомпонентной смеси имеет преимущество в сравнении с сенажом из двухкомпонентной смеси, поскольку его ботанический состав богаче.

**Таблица. Продуктивность однолетних кормовых культур при производстве на сенаж**

| Вариант | Культура | Урожайность, ц/га | Сбор СВ, ц/га | Питательность 1кг сенажа | | Продуктивность 1 га | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | протеин, г | ЭКЕ | протеин, кг | ОЭ, ГДж |
| 1 | Овес : вика (1 : 1,5) | 217 ± 11,4* | 60,0 | 96 | 0,40 | 1091 | 45,1 |
| 2 | Овес : горох (1 : 1,5) | 225 ± 10,2* | 50,8 | 94 | 0,41 | 1058 | 45,9 |
| 3 | Овес : вика (1,5 : 1) | 169 ± 8,6 | 41,6 | 81 | 0,38 | 747 | 35,3 |
| 4 | Овес : горох (1,5 : 1) | 195 ± 10,3 | 46,2 | 76 | 0,40 | 782 | 40,8 |
| 5 | Овес : вика : горох (3 : 1 : 1) | 175 ± 9,5 | 39,9 | 83 | 0,40 | 739 | 35,4 |
| 6 | Овес : горох : подсолнечник : горчица (1 : 0,7 : 0,1 : 0,1) | 258 ± 10,6** | 66,1 | 92 | 0,42 | 1346 | 61,7 |
| 7 | Овес : горох : вика : горчица (1 : 0,3 : 0,3 : 0,1) | 246 ± 8,7** | 64,7 | 95 | 0,40 | 1370 | 57,6 |
| 8 | Овес : горох : вика : подсолнечник (1 : 0,3 : 0,3 : 0,2) | 305 ± 12,5*** | 60,4 | 89 | 0,41 | 1198 | 54,6 |

**p ≤ 5 с вариантом 3; **p ≤ 5 с вариантом 5; ***p ≤ 5 с вариантами 5, 6, 7.*

Добавление в состав травосмеси горчицы и подсолнечника (около 5 % каждой культуры от нормы высева) позволило получить корм такой же питательности, как в первых двух вариантах (89–95 г протеина и 0,40 и 0,42 ЭКЕ), но с большей продуктивностью с единицы площади посева. В частности, в шестом и седьмом вариантах с 1 га получено 1346 и 1370 кг сырого протеина, 61,7 и 57,6 ГДж ОЭ. Увеличение доли подсолнечника в два раза (восьмой вариант) увеличивает урожайность вегетативной массы до 305 ц/га (за счет повышенной влажности), но приводит к снижению продуктивности, как по выходу протеина, так и по обменной энергии.

Таким образом, в результате испытаний восьми вариантов травосмесей однолетних кормовых культур выявлено, что из двухкомпонентных смесей более высокую продуктивность обеспечили посевы овса с горохом или викой в сочетании 1 : 1,5. Многокомпонентные смеси, состоящие из овса, гороха, вики, подсолнечника и горчицы в различных сочетаниях имеют более высокую продуктивность с одного гектара, при этом их протеиновая и энергетическая ценность не уступает двухкомпонентным смесям.

Литература

1. Выращивание трав, приготовление силоса, сенажа и сена в условиях Тверской области (научно-практические рекомендации) / А. С. Абрамян, В. А. Тюлин, Н. П. Сударев [и др.]. – Тверь : Агросфера, 2009. – 112 с.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Альянс, 2014. – 351 с.
3. Методы анализа кормов / В. М. Косолапов, И. Ф. Драганов, В. А. Чуйков [и др.]. – М. : Угрешская типография, 2011. – 219 с.
4. Косолапов В. М. Повышение качества объемистых кормов // Доклады Российской Академии сельскохозяйственных наук. – 2008. - № 5.- С. 20-24.
5. 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.
6. Рекомендации по детализированному кормлению молочного скота : справочное пособие / А. В. Головин, А. С. Аникин, Н. Г. Первов [и др.]. – Дубровицы : ВИЖ им. Л. К. Эрнста, 2016. – 240 с.
7. Косолапов В. М., Чернявских В. И., Костенко С. И. Новые сорта кормовых культур и технологии для сельского хозяйства России // Кормопроизводство. – 2021. – № 6. – С. 22–26.
8. Зезин Н. Н., Намятов М. А. Белково-энергетический коэффициент как показатель эффективности отрасли кормопроизводства // Кормопроизводство. – 2019. – № 6. – С. 12–17.

## PRODUCTIVITY OF HERBS IN THE PRODUCTION OF HAYLAGE IN THE CONDITIONS OF THE MOSCOW REGION

**I. V. Duborezov, A. V. Kosolapov, V. M. Duborezov**

*As a result of tests of eight variants of grass mixtures of annual fodder crops, the most productive combination of them was revealed. In particular, from two-component mixtures, higher productivity was provided by oat crops with vetch or peas in a combination of 1:1.5. Their productivity per hectare amounted to more than one ton of crude protein and more than 45 GJ of metabolic energy. At the same time, the nutritional value of haylage (45% of dry matter) in these variants, estimated by protein content and energy value (96 and 94 grams and 0.40 and 0.41 of energy feed unit, respectively), had higher indicators compared to grass mixtures in variants where the proportion of oats exceeded the proportion of legumes by one and a half times. The addition of mustard and sunflower to the herb mixture (about 5% of each crop from the seeding rate) allows you to get a feed of the same nutritional value, but with greater productivity per unit area of sowing. In particular, in these variants, 1346 and 1370 kg of crude protein, 61.7 and 57.6 GJ of metabolic energy were obtained from 1 ha. An increase in the proportion of sunflower increases the yield of vegetative mass (due to increased humidity), but leads to a decrease in productivity.*

**Keywords:** *annual fodder crops, yield, nutrients, digestibility, energy value, productivity of 1 ha.*

УДК 636.084/087
DOI: https://doi.org/10.33814/MAK-2023-32-80-134-141

# ЗООТЕХНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА И СТАНДАРТИЗАЦИЯ КАЧЕСТВА КОРМОВ

**В. В. Попов,** кандидат биологических наук

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

*За полувековой период со дня становления отдел зоотехнической оценки кормов и кормления сельскохозяйственных животных внес существенный вклад в науку и производство. Разработаны новые и усовершенствованы существующие методы лабораторной, полупроизводственной и производственной оценки кормов. Дана всесторонняя оценка новым видам и сортам выращиваемых растений и приготовленным из них кормовым средствам. Большинство разработок получило статус научно-технических документов в виде методических указаний, инструкций, стандартов, патентов.*

**Ключевые слова:** *энергетическая питательность, переваримость in vivo и in vitro, непрерывная переваримость, гранула, брикет, отбор пробы, стандарты качества кормов, Технический комитет по стандартизации.*

В 70-х годах прошлого столетия в опытном хозяйстве ВНИИ кормов «Ермолино» был создан опорный пункт Всероссийского НИИ животноводства, в котором сотрудники и аспиранты академика А. Д. Синещёкова проводили опыты на оперированных животных, имевших фистулы рубца и сычуга, анастомоз двенадцатиперстной кишки.

Один из аспирантов (Е. С. Воробьёв) изучал особенности пищеварения у жвачных при скармливании кормов разного вида.

Как известно, корма — пища для животных, и инициативный директор ВНИИ кормов А. И. Тютюнников считал обязательной зоотехническую оценку выращиваемых и производимых кормов с тем, чтобы от примитивного кормопроизводства перейти к максимально эффективному. Комплексные исследования всей биологической цепочки «почва–растение–животное–животноводческая продукция» стали смыслом и нормой деятельности ВНИИ кормов имени В. Р. Вильямса.

Начальный этап деятельности группы связан с организацией лаборатории зоотехнического анализа кормов и оснащения физиологического двора для проведения опытов по определению переваримости энергии и питательных веществ на крупном рогатом скоте, овцах, птице, а так же в условиях *in vitro*.

Е. С. Воробьёв создавал инструментарий и готовился к хирургическим операциям, чтобы проводить интенсивные исследования по изучению обмена веществ у животных.

Новаторские исследования способов повышения биологической полноценности растительных кормов были успешно обобщены в сборнике «Биологические основы повышения использования кормов» [1] под редакцией академика А. Д. Синещёкова задолго до аналогичных исследований за рубежом, но не получили, к сожалению, применения и дальнейшего развития при оценке качества и питательности кормов и рационов в России. Так, согласно современной схеме зоотехнического анализа определяющими компонентами протеиновой питательности являются: транзитный белок, нераспадаемый в рубце и усвояемый в кишечнике, распадаемый в рубце сырой протеин, и баланс азота в рубце, которые в основном определяют методами физиологических исследований.

Одним из основных показателей качества и питательности корма является его переваримость. Однако определение переваримости кормов на животных — работа трудоемкая, затратная и малопроизводительная. Поиски ученых увенчались успехом — был разработан экспресс-метод определения переваримости кормов *in vitro* (вне животного организма) по двустадийной методике Тиллея и Терри [2].

Методика Тиллея и Терри предусматривает содержание животных с фистулой по Басову, через которую из рубца отбирают содержимое, отфильтровывают и на первом этапе используют сначала отфильтрованную жидкость, а затем протеолитический фермент пепсин.

С помощью *in vitro*-метода было изучено совместно с луговодами (А. Кутузова, З. Морозова, В. Мельничук, Н. Попов, Л. Попова, Г. Помаскина, Н. Панферов, В. Кулаков, М. Щербаков, С. Лавров и др.) влияние на переваримость сухого вещества лугопастбищного корма многих факторов: а) минеральных удобрений на суходоле, пойме и осушенном низинном болоте; б) форм азотных удобрений на злаковом пастбище; в) известкования злаковых и бобовых пастбищ; г) способов использования луга; д) отдельных частей трав при различной их высоте на пастбище; е) удобрения сенокосного луга; ж) орошения сенокосных травостоев и др.

Большая комплексная работа была проведена по селекции на повышенную переваримость сухого вещества *in vitro* (В. В. Попов, М. А. Макаренков), что способствовало выведению новых перспективных сортов кормовых растений.

Дальнейшее развитие зоотехническая оценка кормов получила, когда в 1972 г. директор ВНИИ кормов М. А. Смурыгин пригласил на работу в институт доктора сельскохозяйственных наук, профессора В. В. Щеглова в качестве заведующего лабораторией зоотехнической оценки кормов и кормления животных.

Накануне XII Международного конгресса по луговодству, проходившего в 1974 г. во ВНИИ кормов, отдел зоотехников и отдел консервирования и хранения кормов (заведующий В. А. Бондарев) получили в свое распоряжение новое просторное здание с технологическим цехом и виварием для животных.

В конце 60-х годов прошлого века с международной выставки, проходившей на ВДНХ СССР, была получена клеточная батарея фирмы «Шеферд Броз» (Англия), пригодная для проведения опытов на птице. Первые опыты на цыплятах были проведены с целью изучения протеиновой ценности травяной муки, приготовленной из однолетних бобовых культур (В. Попов, М. Кветной, 1970). В дальнейшем клеточная батарея интенсивно использовалась и используется для изучения питательности кормового зерна злаковых и бобовых культур в опытах на цыплятах-бройлерах (А. И. Фицев, Ф. В. Воронкова, А. П. Гаганов, З. Н. Зверкова и др.)

Зоотехнические работы были продолжены на крупном рогатом скоте, свиньях, овцах по изучению: энергетической питательности традиционных и новых кормовых культур; питательной ценности кормовых сортов картофеля (Н. Штукарева, В. Попов, 1973); баланса энергии у лактирующих коров при выпасе на злаковом и бобово-злаковом травостоях (В. Попов, К. Ермакова, 1969); использования инертных веществ для определения переваримости у пасущихся животных (В. Попов, 1971); непрерывного определения переваримости ежи сборной и люцерны, а также приготовленных из них консервированных кормов (аспиранты С. Д. Миронова и Ш. Г. Гаджиев, 1987, 1989); влияния самосогревания на питательную ценность силоса (аспирант Н. Н. Федоренко); кормовой ценности рапонтика сафлоровидного в зеленом, силосованном и искусственно высушенном виде (аспирант В. И. Иванов, 1989); использования гранулированных и брикетированных кормов в рационах крупного рогатого скота (аспиранты Н. П. Наумкин, И. Ф. Фуфаев) и др.

ВНИИ кормов и ВНИИМСХ принадлежит приоритет конструкции конвейерной сушилки трав. Было показано, что искусственная сушка растений открывает большие перспективы для производства высококачественных кормов. Настоящий бум заготовки искусственно высушенных кормов наступил с началом серийного производства агрегатов витаминной муки (АВМ-0,4, АВМ-0,6 и АВМ-1,5) и барабанных сушилок (СБ-0,5 и СБ-1,5). В 70-е и последующие годы прошлого века объем производства искусственно высушенных кормов достиг 2 млн тонн.

В эти годы были проведены фундаментальные исследования по производству и использованию искусственно высушенных кормов. Заводы по сушке и компактированию кормов были построены и успешно

функционировали практически во всех опытных хозяйствах ВНИИ кормов, а также в подшефных организациях.

В 90-е годы прошлого столетия серийный выпуск сушильных агрегатов был прекращен, производство искусственно высушенных кормов постепенно снижалось и в настоящее время не превышает 140–150 тысяч тонн.

Однако есть надежда, что производство искусственно высушенных кормов в нашей стране возродится в объемах, достаточных для удовлетворения потребностей животноводства (около 1,5 млн тонн).

Специальные исследования были посвящены правилам отбора типичной пробы корма (В. Попов, В. Соколков, Е. Кусакина, В. Оконская и др.), в результате которых разработан ГОСТ 27262-87 Корма растительного происхождения. Методы отбора проб.

Дальнейшая деятельность была посвящена стандартизации методов анализа и требований к качеству основных видов объемистых кормов. В этой сложной и ответственной работе были задействованы четыре подразделения института: лаборатории стандартизации в кормопроизводстве (Н. С. Усанкин, Н. И. Герасимова, Е. Т. Рыбин, М. И. Тубол, А. В. Чиркунова и др.), отдел консервирования и хранения кормов (В. А. Бондарев, П. С. Ларионов, В. М. Соколков и др.), отдел зоотехнической оценки кормов и кормления животных (Н. Г. Григорьев, Е. С. Воробьёв, А. В. Гарист, В. В. Попов, А. И. Фицев, Ф. В. Воронкова и др.), лаборатория физико-химических методов исследований (А. В. Чуйков, Х. К. Худякова).

Это связано с тем, что использование стандартных методов обеспечивает единство измерений и значительно повышает точность анализов. Стандарты в наши дни становятся нормативной базой и инструментом управления качеством: планирования показателей, аттестации, сертификации и государственного надзора. В условиях рыночной экономики стандарты на корма необходимы также для межхозяйственных и внутрихозяйственных расчетов.

Поскольку жвачные животные наиболее эффективно используют протеин, в котором водо- и солерастворимые фракции составляют 40–60 %, то для более полной оценки качества протеина методики определения общего азота были дополнены (А. Фицев, Ф. Воронкова и др.) определением растворимости и расщепляемости сырого протеина (ГОСТ 28074-89, ГОСТ 28075-89).

Специальные исследования были посвящены изучению фракционного состава углеводов, в том числе по новой схеме зоотехнического анализа Ван Соеста с определением содержания нейтрально- (НДК) и кислотно-детергентной клетчатки (КДК), кислотно-детергентного лигнина (КДЛ) и других растительных компонентов [3].

ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» за почти вековой период накопил огромную базу данных о химическом составе, переваримости и питательности кормов. Однако этот массив не систематизирован и не использован для составления кормовых таблиц. Первая попытка составить кормовые таблицы была выполнена нами в справочной книге «Корма» [4].

Новыми в условиях рыночной экономики являются возросшие требования к экологической чистоте и безопасности кормовых средств. Потребительские свойства по-прежнему остаются предметом взаимоотношений между производителем и потребителем, а государство оставляет за собой право контролировать безопасность продукта. Поэтому в стандартах на корма предусматривается необходимость обеспечения сохранности окружающей среды посредством соблюдения санитарно-гигиенических норм производства работ, а также предельно допустимых концентраций в кормах остаточных количеств пестицидов, солей тяжелых металлов и других вредных веществ, регламентируемых ветеринарным законодательством (МДУ 123-4/281-8).

Следует отметить, что в 90-х гг. прошлого века в условиях экономического кризиса исследования по стандартизации были существенно сокращены. С целью экономии средств многие наработанные прежде стандарты, не потерявшие своей актуальности и значимости, были автоматически пролонгированы без ограничения срока действия (Указатель НТД-2000).

В 2007 г. были утверждены первые национальные стандарты на методы анализа: ГОСТ Р 52838-2007 Корма. Методы определения содержания сухого вещества и ГОСТ Р 52839-2007 Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации.

Большая роль в разработке стандартов принадлежит Техническим комитетам по стандартизации. ТК-130 «Кормопроизводство» является профильным по разработке проектов разного уровня, методов исследования и требований к качеству объемистых кормов и кормового зерна. Возглавляют профессиональный коллектив ТК 130 В. М. Косолапов (председатель, ФГБНУ ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса) и Х. К. Худякова (ответственный секретарь, ФГБНУ ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса). Члены ныне действующего состава ТК 130: Н. П. Буряков (ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева), В. В. Грудина (МВЛ Ленинградской области), С. А. Деньгина (ГНУ ВНИИА), В. М. Дуборезов (ВНИИ животноводства), Г. П. Кононенко (ГНУ ВНИИВСГЭ), Т. А. Леонова (ГНУ ВНИИ зерна), В. В. Манаенков (МСХ РФ), Д. В. Осепчук (ФГБНУ Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии), И. А. Устюжанин (ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока),

Е. Л. Харитонов (ВНИИФБиП животных), А. А. Хрупов (СибНИИ кормов).

В настоящее время во ВНИИ кормов разработаны национальные стандарты на все основные корма.

## Действующие стандарты на методы исследования и требования к качеству кормов

### Национальные и международные стандарты на методы анализа кормов

ГОСТ Р 52838-2007 Корма. Методы определения содержания сухого вещества.

ГОСТ Р 52839-2007 Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации.

ГОСТ ИСО 13906-2013 Корма для животных. Определение содержания кислотно-детергентной клетчатки и кислотно-детергентного лигнина.

ГОСТ ISO 16472-2006 Корма для животных. Определение содержания нейтрально-детергентной клетчатки с применением амилазы.

ГОСТ Р ISO 15914:2004 Корма для животных. Энзиматический метод определения содержания общего крахмала.

ГОСТ ISO 6493-2015 Корма для животных. Поляриметрический метод определения содержания крахмала.

ГОСТ Р ISO 1931 : 2017 Корма для животных, продукция животноводства, экскременты или моча. – Определение валовой калорийности. – Метод сжигания в калориметрической бомбе.

### Национальные стандарты на качество объемистых кормов

ГОСТ Р 55452-2021 Сено и сенаж. Технические условия.

ГОСТ Р 55986-2022 Силос из кормовых растений. Общие технические условия.

ГОСТ Р 56383-2015 Корма травяные искусственно высушенные. Технические условия.

ГОСТ Р 56912-2016 Корма зеленые. Технические условия.

ГОСТ Р 57482-2017 Корм пастбищный. Технические условия.

ГОСТ Р 58145-2018 Зерносенаж. Технические условия.

ГОСТ Р 58425-2019 Зерно плющеное консервированное. Технические условия.

**Национальные стандарты на качество зернофуражных кормов**

ГОСТ Р 53899-2010 Тритикале кормовое. Технические условия.
ГОСТ Р 53903-2010 Кукуруза кормовая. Технические условия.
ГОСТ Р 53902-2010 Сорго кормовое. Технические условия.
ГОСТ Р 53901-2010 Овес кормовой. Технические условия.
ГОСТ Р 53900-2010 Ячмень кормовой. Технические условия.
ГОСТ Р 54078-2010 Пшеница кормовая. Технические условия.
ГОСТ Р 54079-2010 Рожь кормовая. Технические условия.
ГОСТ Р 54629-2011 Бобы кормовые. Технические условия.
ГОСТ Р 54630-2011 Горох кормовой. Технические условия.
ГОСТ Р 54631-2011 Вика кормовая. Технические условия.
ГОСТ Р 54632-2011 Люпин кормовой. Технические условия.

В связи с новым направлением в Программе научно-исследовательских работ по созданию и использованию перспективных сортов зерновых культур кормового назначения актуальной становится разработка требований к качеству и питательности зернофуража.

Важнейшим средством реализации указанных зоотехнических требований и их быстрого внедрения в производство является стандартизация зерна кормового назначения. С этой целью во ВНИИ кормов были разработаны национальные стандарты на требования к качеству кормового зерна кукурузы, овса, пшеницы, ржи, сорго, тритикале, ячменя, кормовых бобов, вики, гороха, люпина.

Стандартизованные требования к качеству зернофуража позволят повысить энергетическую и протеиновую питательность 1 кг сухого вещества комбикормов до необходимого уровня: для жвачных — до 11,5–12 МДж обменной энергии и 14 % сырого протеина, для свиней — до 13–13,5 МДж и 15–16 %, для птицы — до 14–14,5 МДж обменной энергии и 20–20,5 % сырого протеина. Использование высококачественного зерна будет способствовать увеличению производства продукции животноводства.

Разработка и стандартизация методов определения фракционного состава углеводов является основой для перехода на новую схему зоотехнического анализа кормов по системе Ван Соеста, получившей за последние десятилетия широкое распространение в мировой лабораторной практике.

В настоящее время разработаны международные и на их основе межгосударственные стандарты на методы анализа кормов на НДК, КДК и КДЛ. В пересматриваемых стандартах на объемистые корма предусмотрены нормативы содержания НДК и КДК по классам качества. ГОСТ Р 55452-2021 Сено и сенаж. Технические условия и ГОСТ Р

55986 Силос и силаж. Общие технические требования утверждены и введены в действие. На утверждении находится обновленный проект ГОСТ Р 56383 Корма травяные искусственно высушенные. Технические условия.

Перспективным разработкам стандартизации подлежат кормовые средства, приготовленные по новым прогрессивным технологиям. Так, большая перспектива открывается у технологий приготовления сена из кондиционированных растений и травяной муки с повышенным содержанием сырого протеина (до 24 %). Многообещающими являются также технологии приготовления высококачественного силоса из трав с применением биопрепаратов — ферментов и силосных заквасок. Эффективность этих технологий может быть объективно установлена лишь в опытах на животных. Стандарты же на «супер-корма» будут способствовать ускоренному их внедрению в производство и тем самым стимулировать прогресс в животноводстве.

Литература


1. Пути повышения биологической полноценности растительных кормов / А. И. Тютюнников, Т. Ф. Рыжков, Е. С. Воробьев, В. В. Попов // Биологические основы повышения использования кормов. – М. : Россельхозиздат, 1967. – С. 266–275.
2. Young C. (2005) A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society, 18, 104–111.
3. Воробьев Е. С., Худякова Х. К., Гарист А. В. Методические рекомендации по определению углеводной питательности растительных кормов для жвачных животных. – М. : ВАСХНИЛ, 1984. – 44 с.
4. Корма. Справочная книга / Бондарев В. А., Воробьев Е. С., Гульцев В. С. [и др.] / под ред. канд. с.-х. наук М. А. Смурыгина. – М. : Колос, 1977. – 367 с.


## FODDER QUALITY ZOOTEKHNICAL EVALUATION AND STANDARDIZATION


**V. V. Popov**



*For the semi-centennial period from the date of formation the department of zootechnical forage estimation and animal feeding has brought the considerable contribution to a science and production. A new and existing methods of a laboratory, semi-practical and practical forages evaluation are developed or improved. The comprehensively evaluation is given new kinds and breeds of cultivated plants and the fodders prepared from them. The majority of workings out has received the status of scientific and technical documents in the form of methodical guidelines, instructions, standards, patents.*



**Keywords:** *energy value, digestibility in vivo and in vitro, continuous digestibility, pellet, briquette, sampling, fodder quality standard, Technique committee on standardization.*

УДК 634.8.04
DOI: https://doi.org/10.33814/MAK-2023-32-80-142-154

# ПЕРСПЕКТИВЫ КОМПОНОВКИ УЗЛОВ СПЕЦИАЛЬНОГО ГУСЕНИЧНОГО ТРАКТОРА ДЛЯ РАБОТЫ НА СКЛОНАХ

**В. П. Горобей**[1], доктор технических наук
**В. Ю. Москалевич**[2], кандидат технических наук

[1]*ВННИИВиВ «Магарач» РАН, г. Ялта, Республика Крым, Россия, magarach@rambler.ru*
[2]*Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В. И. Вернадского», п. Аграрное, Республика Крым, Россия, v_moskalevich@mail.ru*

*Приведены результаты математического моделирования специального гусеничного трактора тягового класса 20 кН. Расчеты проводились в Excel и MathCAD для различных возможных длин гусениц шириной 200 и 300 мм при использовании стальных и резиноармированных гусениц. По результатам расчетов построены графики зависимостей горизонтальной и вертикальной координат центра тяжести трактора, угла поперечной устойчивости, давления движителей на почву и отношения опорной длины гусениц к ширине колеи трактора в зависимости от величины опорной длины гусениц.*
**Ключевые слова:** *трактор, моделирование, подвеска, опорная длина гусениц, устойчивость, параметры, центр тяжести, координаты, давление, угол, почва.*

**Введение.** Создание прочной кормовой базы для общественного животноводства — важнейшая проблема дальнейшего развития сельскохозяйственного производства [1], а совершенствование машин и энергетических средств для их агрегатирования являются неотъемлемой частью решаемых задач. Среди почвообрабатывающих машин для механизации работ на лугах и пастбищах известны узкозахватные машины как, например, дисковая тяжелая прицепная борона БДТ-2,5А для ухода за лугами и пастбищами, луговая шарнирная борона БЛШ-2,3 для измельчения и растаскивания кротовин на пастбищах, прочесывания травостоя, рыхления и выравнивания заиленных площадей на заливных лугах. Фрезы навесные с изогнутыми ножами с заостренными режущими кромками, закрепленными на вращающемся барабане, такие как ФБН-0,9 с глубиной обработки на минеральных почвах до 18 см, на торфяных почвах до 20 см, также применяют для улучшения и освежения лугов и пастбищ. Машины навешивают на тракторы ДТ-54 и его модификации [2]. Для сплошной предпосевной обработки почвы на первом, втором и третьем этапах селекционно-семеноводческих работ с многолетними травами используется фреза ФНС-1,5, созданная по наработкам ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» [3], и конструктивно усовершенствованная ее модификация [4].

Система машин для комплексной механизации уборки трав на сено в северных и северо-западных районах лесостепной зоны предусматривала использование, главным образом, узкозахватных машин и транспортных средств небольшой грузоподъемности [5].

К наиболее используемым для механизации технологических операций для работы с узкозахватными машинами относятся тракторы тягового класса 20 кН, такие как Т-54В, Т-70, ЛТЗ-155, Беларус 1221/1222, из зарубежных — американские John Deere 60290, 6130D, New Holland T 6050 Delta, английский CASE IN Maxxum 125, немецкий Deutz Agrofarm 430.

В настоящее время отмечается дефицит тракторов тягового класса 20 кН в сельскохозяйственных предприятиях и необходимость их разработки [6; 7].

**Анализ исследований и публикаций.** Тяговый КПД гусеничных тракторов на всех почвах выше, чем колесных. Гусеничные тракторы оказывают значительно меньшее давление на почву, имеют лучшую проходимость и меньший увод вниз по склону при движении поперек склонов (работают на склонах с уклонами 10–15º, а при уширенной гусенице — до 20–25º). В промышленных модификациях гусеничных тракторов повышается надежность их несущих и ходовых систем, они имеют высокую (70 % и более) унификацию с базовыми моделями, что значительно облегчает их производство и эксплуатацию [10].

Гусеничные тракторы тягового класса 20 кН в Российской Федерации не выпускаются. Прототипом отечественного универсального трактора тягового класса 25 кН можно считать универсально-пропашной трактор Т-70 (с его свекловичной и виноградниковой модификациями) производства АО «ТЗ «TRACOM» (бывший Кишиневский тракторный завод) [8].

Востребованными останутся как тракторы с колесным, так и гусеничным движителем. Изменение гусеничного движителя для сельскохозяйственных тракторов идет в направлении создания резиноармированных гусениц или их аналогов с целью снижения металлоемкости, стоимости и повышения ресурса [9].

Большие площади плодородных земель расположены в горной местности, что обусловило необходимость создания для горного земледелия специальных тракторов повышенной устойчивости, которые называют также крутосклонными.

Гусеничный трактор ДТ-75М тягового класса 36,5 кН имел улучшенную конструкцию по сравнению с ранее выпускавшимися тракторами ДТ-75 этого класса тяги мощностью 75 л. с. (55,16 кВт). В агрегате с сельскохозяйственными машинами трактор применялся для выполнения сельскохозяйственных операций общего назначения, а также на

землеройных, дорожных и строительных работах. Модификация трактора ДТ-75М-С4 комплектовалась двухточечной схемой механизма навески. Трактор ДТ-75К предназначен для работ на горных склонах крутизной до 20º. Для повышения боковой устойчивости поперечная база трактора увеличена за счет удлинения поперечных брусьев рамы, продольной — за счет опускания на грунт направляющих колес. Предельный угол поперечной статической устойчивости крутосклонного трактора против опрокидывания вправо (без предохранительного устройства) — 46,9º, а влево — 47,2º. По заказу потребителей на тракторы любой модификации дополнительно устанавливался независимый привод вала отбора мощности [11].

Специализированным трактором был признан узкогабаритный трактор Т-54 В тягового класса 25 кН. Узкогабаритный трактор Т-54В производили с 1967 г. на Кишиневском тракторном заводе (КТЗ). Машина предназначалась, главным образом, для работ на виноградниках, что определило некоторые конструктивные особенности этой модели. В основу трактора Т-54В легли инженерные решения, ранее воплощенные в тракторе МТЗ-50, выпускавшемся в Минске. Он считался одним из лучших в СССР, однако специализация новой модели на виноградниках потребовала существенных изменений конструкции. В первую очередь они коснулись ходовой части: колеса были заменены гусеницами [12]. Он выпускался в двух модификациях, которые отличаются между собой шириной колеи и, соответственно, шириной гусениц. Тракторы оборудуются гусеницами шириной 200 и 300 мм, задней навесной системой с двух- и трехточечным присоединением сельскохозяйственных машин и орудий. Предусмотрена также установка приводного шкива. При узкой гусенице, симметрично расположенной относительно опорных катков (Т-54В-С2), тракторы имеют колею 850 мм и габарит по пальцам гусениц 1050 мм. Их применяют для обработки узких междурядий (1,5–1,8 м) на работах, которые требуют относительно небольшого тягового усилия, поскольку максимальная расчетная величина усилия на низких передачах не обеспечивается сцепными свойствами гусениц. При установке гусениц шириной 300 мм (Т-54В-С1) колея трактора — 950 мм, а габарит по гусеницам — 1250 мм. В этих модификациях тракторы используются на виноградниках с шириной междурядий 2 м и более, а также на работах общего назначения [12; 13].

Прекращен выпуск этим же заводом и конструктивно более совершенного, созданного на базе трактора МТЗ-80, трактора универсально-пропашного гусеничного Т-70 с двигателем Д241Л мощностью 72 л. с., который имел модификации для возделывания винограда (Т-70В) и сахарной свеклы (Т-70С) [14; 15].

Гусеничные тракторы, в сравнении с колесными, обладают также

более высокой проходимостью и грузоподъемностью навесных устройств. Однако при работе этих тракторов с различными сельскохозяйственными машинами происходит постоянное изменение положения центра тяжести, что приводит к увеличению потерь на качение, нерациональному распределению нагрузки по опорной поверхности гусеничного движителя и, как следствие, снижает его тягово-сцепные свойства, повышает уплотняющее воздействие движителя на почву, способствует образованию колеи [16; 17].

Улучшение сцепных качеств движителя для повышения тягового усилия остается актуальным и в настоящее время. Перспективная техника должна иметь преимущества по эксплуатационному расходу топлива, снижению затрат на ее эксплуатацию, уменьшению времени на восстановление работоспособного состояния и снижению вероятности выхода из строя [9].

При агрегатировании с сельскохозяйственной машиной центр давления трактора смещается в ту или другую сторону от центра тяжести, в зависимости от приложенной нагрузки, при этом изменяются величины вертикальных реакций, вследствие чего ухудшаются тягово-сцепные свойства трактора [18].

Одной из актуальных проблем современного сельскохозяйственного производства является недостаточно эффективная работа известных мобильных энергетических средств (МЭС). Это связано, прежде всего, с низкими тягово-сцепными свойствами, снижением топливной экономичности и производительности МЭС в реальных условиях эксплуатации [19].

**Цель исследований.** Учитывая, что устойчивость является одним из основных показателей специального узкогабаритного гусеничного трактора, предназначенного для работы на склоновых опорных поверхностях, сопровождающейся смещением центра тяжести, что влияет на производительность машинно-тракторных агрегатов, целью настоящих исследований, в плане проработки перспективных решений, является определение важных составляющих параметров поперечной и продольной устойчивости трактора с модернизированной подвеской ходовой системы при помощи математического моделирования.

**Материал и методы.** При компоновке трактора необходимо обеспечить: наилучшие тяговые качества при сохранении управляемости и устойчивости путем правильного распределения давления на опоры ходовой системы при работе (с учетом опрокидывающего момента от тягового сопротивления и от веса навешенного орудия); хорошую поворотливость трактора, возможность маневрирования на узкой полосе и одновременно устойчивое сохранение заданного направления движения. При компоновке нового трактора предусматривается уменьшение

массы и максимальное смещение вперед центра тяжести для обеспечения равномерного распределения нормальных реакций почвы на гусеницы при работе под нагрузкой [20]. Один из важных эксплуатационных показателей проходимости трактора — устойчивость, которая характеризует его способность работать на продольных и поперечных уклонах без сползания и опрокидывания. Сохранение равновесия в поперечно-вертикальной плоскости называют поперечной, а в продольно-вертикальной плоскости — продольной устойчивостью машины. Устойчивость оценивают статическими углами продольного и поперечного уклонов, на которых может стоять, не опрокидываясь, заторможенный трактор без прицепа и навесной машины [21]. Модернизация и компоновка узлов узкогабаритного гусеничного трактора тягового класса 20 кН для работы, в том числе на склонах, и математическое моделирование его устойчивости осуществлялось на основе разработки принципиальной схемы к определению центра тяжести, с учетом конструктивных особенностей базового узкогабаритного трактора, снятого с производства [14]. Использованы экономико-статистический метод, математическое моделирование параметров ходовой системы на современной элементной базе. Обработка расчетных параметров и их графическое исполнение осуществлять с использованием программного обеспечения MS Excel, MathCAD, Компас-3D.

**Результаты и обсуждение.** Проанализированы конструкции, основные технологические особенности и технические характеристики отечественных гусеничных тракторов, в том числе специальных конструкций Т-50В, Т-54В, Т-70 (В, С), применяемых в различных виноградарских хозяйствах в настоящее время, а также импортные энергетические средства New Holland TK4.100 и Agroclimber 410 F тягового класса 20 кН. Обобщены аналитические данные по недостаткам, а именно: ходовой части, силовым передачам, навесном устройстве, управлении, кабине, автоматизации.

Для обоснования параметров устойчивости узкогабаритного гусеничного трактора с новыми техническими решениями по оснащению современными двигателем, гидравлическим и навигационным оборудованием, кабиной и системами управления и навигации возьмем, в первую очередь, направление модернизации ходовой системы за счет установки резиноармированных гусениц на смешанной подвеске, которая является сочетанием полужесткой подвески остова трактора с индивидуальной подвеской катков тележки гусениц. В последнее время они появляются на промышленных тракторах, когда на тележках гусениц полужесткой подвески устанавливают индивидуально подрессоренные опорные катки. Такие подвески удачно сочетают преимущества обеих рассмотренных систем подрессоривания трактора [22]. При этом оси

качания тележек могут совпадать с осью ведущего колеса или располагаться впереди последних, а поперечные балансиры могут быть жесткими или с упругими элементами.

Ходовая система трактора должна обеспечивать [23]:

- высокие тягово-сцепные качества и проходимость трактора;
- малое сопротивление движению трактора;
- допустимое уплотняющее воздействие движителя сельскохозяйственного трактора на почву (ГОСТ 26955–86);
- необходимую плавность хода трактора.

Преимущества резиноармированных гусениц (РАГ) следующие [23]:

- высокая долговечность (до 6000 ч), что примерно в два раза больше по сравнению с металлическими;
- возможность выполнения трактором транспортных работ на асфальтовом и бетонном покрытиях без их разрушения;
- меньшее на 25–30 % уплотняющее воздействие на почву при одинаковой ширине с металлическими гусеницами;
- возможность установки РАГ на серийный гусеничный трактор без переделки конструкции движителя;
- хорошая самоочищаемость от грязи при любой влажности грунта;
- форма грунтозацепов исключает сползание трактора при работе на склонах.

В узкогабаритных тракторах должна быть предусмотрена установка обтекателей, обеспечивающих проходимость в узких междурядьях. Ширину трактора уменьшают применением узких (шириной 200 мм) гусениц, сокращением ширины корпуса [20].

Ширину $B_Г$ по внешним кромкам гусениц (рис. 1) определяют из условия вписываемости в междурядье шириной $A$ [23]:

$$B_Г = A - 2y_з, \quad (1)$$

*где $y_з$ – ширина защитной зоны, для виноградника $y_з$ = 20–25 см.*

Ширину $b$ звеньев гусениц находят по соотношению [20]:

$$b = \frac{\gamma_Г}{1+\gamma_Г} B_Г, \quad (2)$$

*где $\gamma_Г$ – коэффициент, для узкогабаритных тракторов, равный 0,2–0,24.*

Опорную длину $L$ гусеницы определяют из условия получения среднего давления на почву $q$ = 4–5 Н/см$^2$ [20]:

$$L = \frac{G}{2bq}. \quad (3)$$

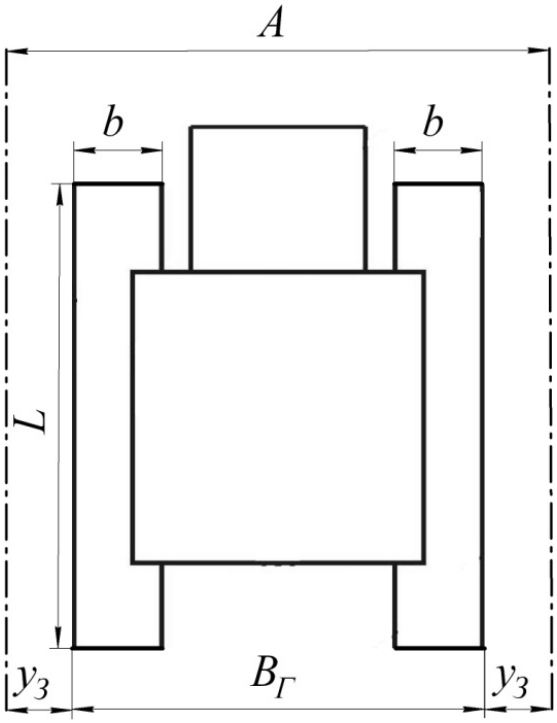



**Рис. 1. Схема к обоснованию параметров движителей гусеничного трактора**

Полученное значение $L$ проверяют:

– на удельную тяговую нагрузку [20]:

$$P_S = \frac{P_H}{2Lb} \le 2{,}5 \text{ Н/см}^2; \quad (4)$$

– на отсутствие отрыва от почвы переднего катка при действии номинального тягового сопротивления:

$$L \ge \frac{6h_{RP} \cdot P_H}{G}, \quad (5)$$

*где $h_{KP}$ – высота от опорной поверхности до крюка;*

– на обеспечение поворотливости трактора [20]:

$$L/B \le 2. \quad (6)$$

Определение координат центра тяжести гусеничного трактора является важнейшей ступенью при его проектировании. Его положение определяет равномерность или неравномерность расположения агрегатов, установленных на остове гусеничного трактора. От положения центра тяжести зависит и распределение нагрузки на опорную поверхность гусениц, а равномерное распределение нагрузки, в свою очередь, будет влиять на проходимость гусеничного трактора. Также положение центра тяжести будет определять устойчивость гусеничного трактора [20; 22].

Для определения центра тяжести гусеничного трактора необходимо знать ряд весовых и линейных параметров, а также определиться с общей компоновкой трактора.

Центр тяжести гусеничного трактора определяется по двум осям *X*, *Y* [24]. За базовую модель приняли трактор Т-70, характеристики которого даны в [15]. Из схемы общей компоновки видно, что основные агрегаты расположены на продольной оси трактора, следовательно, исходя из этого, видно, что центр тяжести гусеничного трактора будет находиться на продольной оси гусеничного трактора с незначительным отклонением в ту или иную сторону. Его положение по осям *X* и *Y* определяем расчетным путем.

При определении центра тяжести за базу отсчета линейных размеров по оси *X* принимаем вертикальную плоскость, проходящую через ось задних ведущих колес, а по оси *Y* — опорную поверхность (рис. 2).

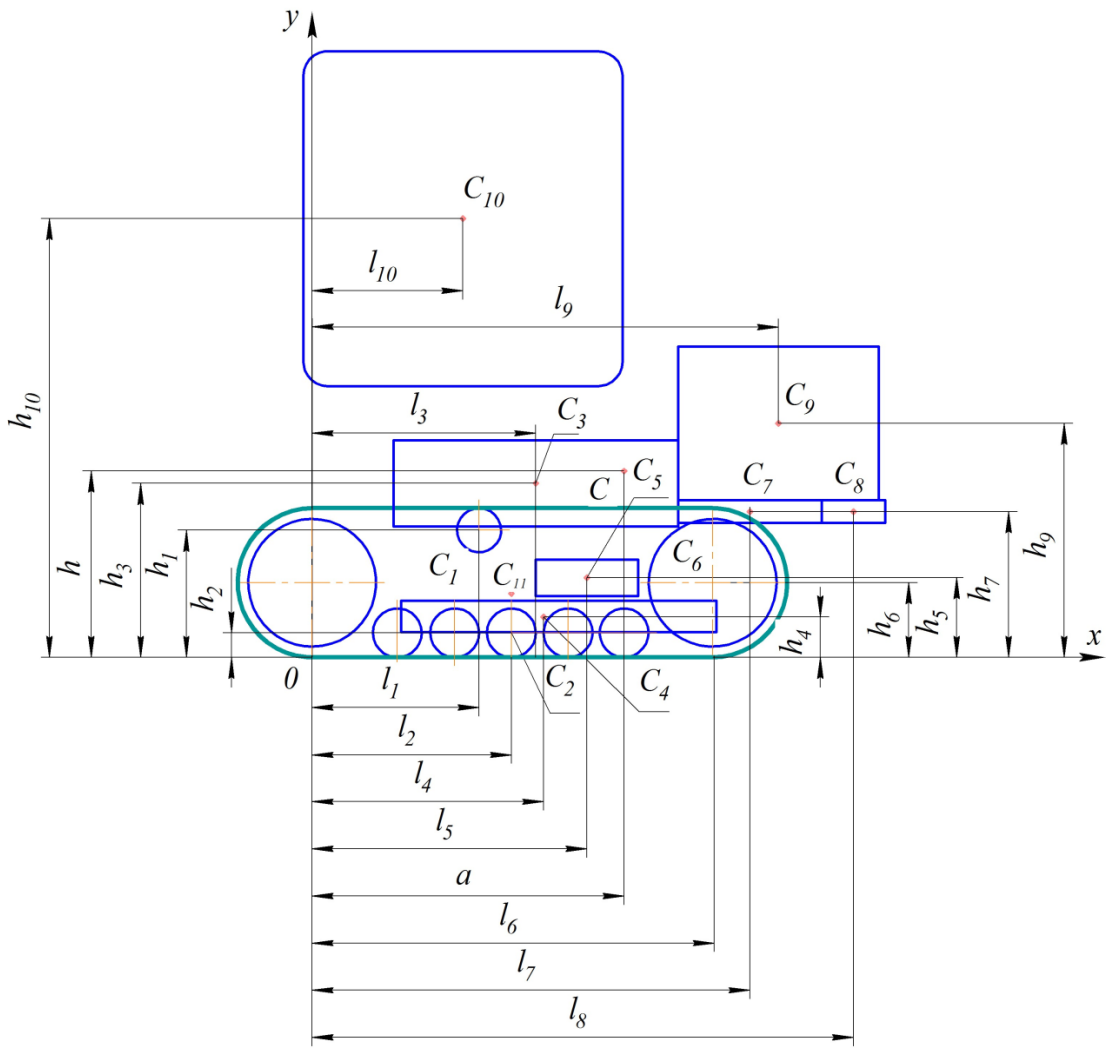



**Рис. 2. Схема к определению центра тяжести гусеничного трактора**

Координату *a* центра тяжести по оси *X* определяем по следующей формуле [24]:

$$a = \frac{\sum m_i \cdot l_i}{m}, \tag{7}$$

*где* $\sum m_i \cdot l_i$ *– сумма произведений от i-х масс трактора на соответствующие расстояния* ($l_1 \ldots l_{10}$) *от центров масс* ($C_1 \ldots C_{11}$) *наиболее массивных узлов (рама, двигатель, корпус, КПП, задний мост, бортовые передачи, лонжероны, натяжители, направляющие колеса, гусеницы, опорные катки, поддерживающие катки, кабина, навесное устройство) до вертикальной плоскости, проходящей через ось задних ведущих колес, кг·м;*

*m – масса трактора, кг.*

Координату *h* центра тяжести по оси *Y* определяем по аналогичной формуле [24]:

$$h = \frac{\sum m_i \cdot h_i}{m}, \tag{8}$$

*где* $\sum m_i \cdot h_i$ *– сумма произведений от i-х масс трактора на соответствующие расстояния* ($h_1 \ldots h_{10}$) *от центров масс* ($C_1 \ldots C_{11}$) *наиболее массивных узлов до опорной поверхности, кг·м;*

*m – масса трактора, кг.*

При работе трактора на поперечном уклоне одна из сторон трактора разгружается. При полной разгрузке одной из сторон наступает опрокидывание, которое определяется шириной колеи и вертикальной координатой центра тяжести. При достаточной твердости почвы опрокидывание гусеничных тракторов происходит вокруг оси, образуемой наружными боковыми кромками звеньев гусеницы. В этом случае угол поперечной устойчивости трактора можно определить из уравнения [24]:

$$tg\beta = \frac{B + b}{h}, \tag{9}$$

*где β – угол поперечной устойчивости трактора;*

*B – ширина колеи трактора;*

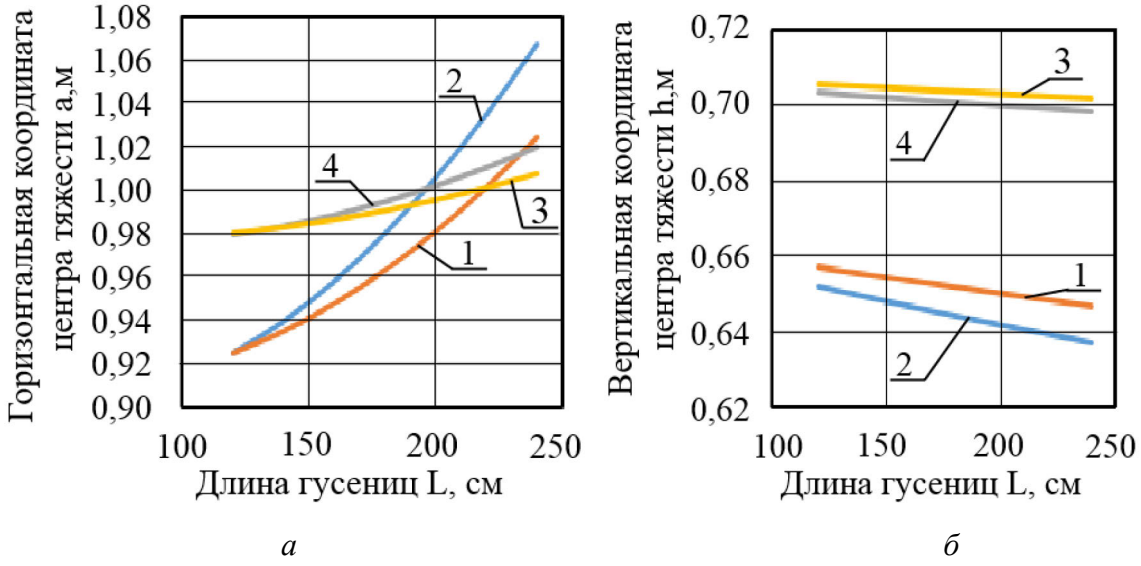
*b – ширина гусениц;*

*h – высота центра тяжести.*

Для полного использования опорной длины *L* гусеницы величина смещения $x_д$ центра давления не должна превышать *L*/6 [25; 26].

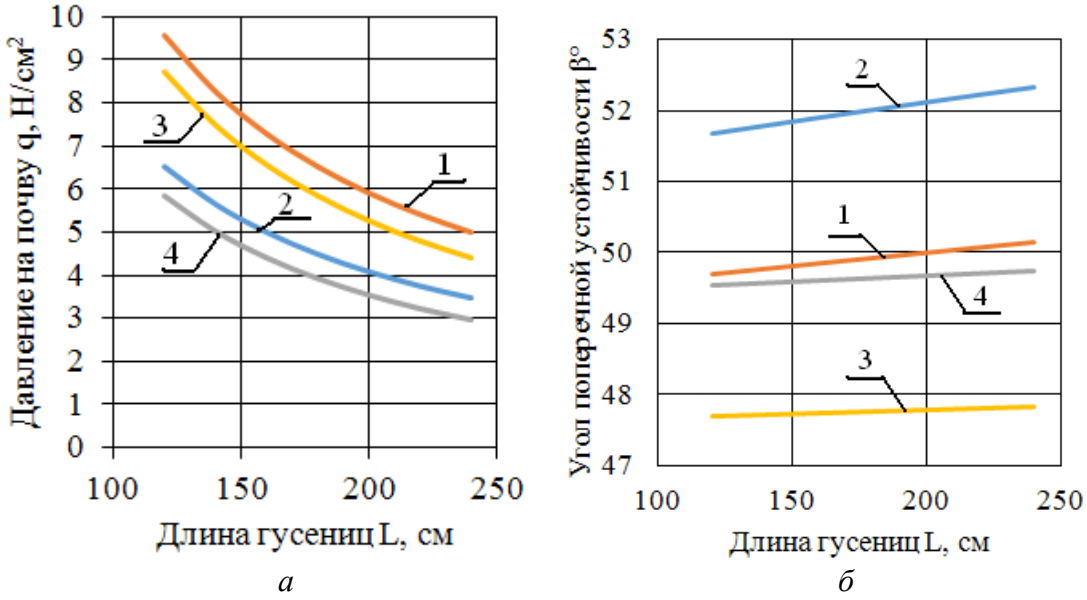
Расчеты проводились с использованием возможностей программного обеспечения Компас-3D, MS Excel и MathCAD, для различных возможных длин гусениц при их ширине *b*, равной 200 и 300 мм, при

использовании стальных и резиноармированных гусениц (РАГ). По результатам расчетов построены графики зависимостей горизонтальной *a* (рис. 3*а*) и вертикальной *h* (рис. 3*б*) координат центра тяжести трактора, давления *q* движителей на почву (рис. 4*а*) и угла *β* поперечной устойчивости (рис. 4*б*).




*а* *б*

**Рис. 3. Зависимости горизонтальной (*а*) и вертикальной (*б*) координат центра тяжести трактора от опорной длины гусениц различной ширины: металлической *1* – 200 мм; *2* – 300 мм и резиноармированной *3* – 200 мм; *4* – 300 мм**




*а* *б*

**Рис. 4. Зависимости давления на почву (*а*) и угла поперечной устойчивости (*б*) трактора от опорной длины гусениц различной ширины: металлической *1* – 200 мм; *2* – 300 мм и резиноармированной *3* – 200 мм; *4* – 300 мм**

Анализ графических зависимостей (рис. 3, 4) показывает, что в случае использования РАГ, увеличение их длины в меньшей степени влияет на величину смещения горизонтальной координаты центра тяжести трактора по сравнению со стальными гусеницами, при этом угол $\beta$ поперечной устойчивости трактора остается в допустимых пределах ($\beta > 37°$).

Давление $q$ движителей трактора на почву не превышает допустимых значений 4–5 Н/см$^2$ при значениях длины $L$ более 130 см гусениц шириной $b$ = 300 мм и более 220 см шириной $b$ = 200 мм для резиново-армированных гусениц (РАГ), а для стальных гусениц — только при длине $L$ более 200 см для ширины гусениц b = 300 мм и более 240 см для ширины гусениц $b$ = 200 мм.

Отношения опорной длины $L$ гусениц к ширине колеи $B$ трактора в зависимости от величины опорной длины $L$ гусениц удовлетворяет условию поворотливости трактора $L/B \leq 2$, которое обеспечивается с увеличением опорной длины $L$ гусениц до 240 см.

**Выводы.**

1. Результаты математического моделирования положения горизонтальной и вертикальной координат центра тяжести, а также угла поперечной устойчивости и давления на почву движителей базовой модели специального узкогабаритного трактора и перспективного трактора на резиново-армированной гусенице с учетом принятых в производственной практике ее ширины и длины, показали, что по условиям обеспечения поворотливости трактора и величины допустимого давления движителей на почву в пределах 4–5 Н/см$^2$ при ширине гусениц 300 мм длина опорной части стальных гусениц должна находиться в пределах от 200 до 240 см, а резиново-армированных гусениц — в пределах от 130 до 240 см.

2. При ширине гусениц 200 мм длина опорной части резиново-армированных гусениц должна находиться в пределах от 220 до 240 см.

3. Стальные гусеницы шириной 200 мм не применимы, так как их длина, обеспечивающая давление на почву в пределах 4–5 Н/см$^2$, должна быть больше 240 см, а это нарушает условие обеспечения поворотливости трактора.

4. Расчеты показали, что при указанных параметрах ходовой части обеспечивается как продольная, так и поперечная устойчивость перспективного гусеничного трактора.

Литература

1. Карпенко А. Н., Зеленев А. А., Халанский В. М. Сельскохозяйственные машины. Изд. 3-е, перераб. и доп. – М. : Колос, 1976. – 512 с.

2. Карпенко А. Н., Зеленев А. А. Сельскохозяйственные машины. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Колос, 1968.– 496 с.
3. Машины и лабораторное оборудование для селекционных работ в растениеводстве: Справ. Пособие / Под общ. ред. В. М. Дринчи. – Воронеж : НПО «МОДЭК», 2010. – 432 с.
4. Горобей В. П. Машины и средства механизации селекционно-опытных работ с полевыми культурами. – М. : ООО «Издательство Листерра», 2022. – 363 с.
5. Комаристов В. Е., Дунай Н. Ф. Сельскохозяйственные машины. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М. : Колос, 1977. – 496 с.
6. Мощность двигателя трактора, оснащенного технологическим модулем / М. В. Сидоров, А. В. Лавров, В. А. Воронин, А. В. Сидорова // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2021. – Т. 15. № 2. – С. 33–40.
7. Актуальность разработки высокотехнологичных тракторов тяговых классов 0,6-2 / Р. Ю. Соловьев, С. В. Чераев, С. Б. Карякин [и др.] // Техника и оборудование для села. – 2019. – № 11. – С. 14–17.
8. К вопросу создания гусеничного трактора для современного сельскохозяйственного производства / В. М. Шарипов, А. Ю. Измайлов, А. С. Дорохов [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 2. – С. 17–25.
9. Дидманидзе О. Н., Девянин С. Н., Парлюк Е. П. Трактор сельскохозяйственный: вчера, сегодня, завтра // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2020. – № 21(1) – С. 74–85.
10. Шарипов В. М. Конструирование и расчет тракторов : учебник для студентов вузов. – М.: Машиностроение, 2009. – 752 с.
11. Родичев В. А., Пейсахович Б. И., Токарев В. А. Справочник сельского механизатора. – М. : Россельхозиздат, 1981. – 398 с.
12. Т-54В специальный гусеничный трактор Кишиневского тракторного завода. [Электронный ресурс] URL: https://dzen.ru/a/XvmKh9JHYDzqLhJa .
13. Протокол № 33-60-76 «И» от 15 ноября 1976 года контрольных испытаний трактора Т-54В «Болгар» изготовления 1975 года. – Херсон, Южно-Украинская МИС, 1976. – 110 с.
14. Технические характеристики трактора Т-70 [Электронный ресурс] URL: https://kalibrtractor.ru/spetstehnika/t-70-traktor.html.
15. Трактор Т-70С : учеб. пособие для сред. сел. проф.-техн. училищ. Технические данные и регулировочные параметры, устройство систем и механизмов, эксплуатационным неисправностям и способам их устранения. / А. Ф. Крыстя, А. П. Новиков, Ю. Г. Урасов, М. М. Харлан. – М. : Высшая школа, 1979. – 150 с.
16. Гребнев В. П., Поливаев О. И., Ворохобин А. В. Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства : учеб. пособие / под общ. ред. О. И. Поливаева. – М. : КНОРУС, 2016. – 260 с.
17. Ходовые системы тракторов (Устройство, эксплуатация, ремонт) : справочник / В. М. Забродский, А. М. Файнлейб, Л. Н. Кутин [и др.]. – М. : Агропромиздат, 1986. – 271 с.
18. Зезетко Н. И. Определение оптимального положения центра тяжести колесного трактора // Вестник Белорусско-Российского университета. – 2014. – № 2 (43). – С. 20–25.

19. Ворохобин А. В., Коржов С. И. Повышение эксплуатационных свойств гусеничного трактора регулированием положения центра тяжести // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2018. – № 4 (59). – С. 113–120.
20. Проектирование мобильных энергетических средств : пособие по одноименной дисциплине для студентов специальности 1-36 12 01 «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники» днев. и заоч. форм обучения / сост. П. Е. Родзевич. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2020. – 176 с.
21. Кленин Н. И., Попов И. Ф., Сакун В. А. Сельскохозяйственные машины. Элементы теории рабочих процессов, расчет регулировочных параметров и режимов работы. – М. : Колос, 1970. – 456 с
22. Шарипов В. М. Конструирование и расчет тракторов : учебник для студентов вузов. – М. : Машиностроение, 2009. – 752 с.
23. Тракторы. Конструкция : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению «Наземные транспортные системы» и специальности «Автомобиле- и тракторостроение» / И. П. Ксеневич, В. М. Шарипов, Л. Х. Арустамов [и др.] / Под общ. ред. И. П. Ксеневича, В. М. Шарипова. – М. : МГТУ «МАМИ», 2001. – 821 с.
24. Методика определения устойчивости трактора / С. В. Абрамов, И. Д. Нигматулин, В. В. Володин, Б. П. Загородских // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. – 2014. – №1. – С. 48–50.
25. Тракторы: Теория / В. В. Гуськов, Н. Н. Велев, Ю. Е. Атаманов [и др.] / Под общ. ред. В. В. Гуськова. – М. : Машиностроение. – 1988. – 376 с.
26. Забавников Н. А. Основы теории транспортных гусеничных машин. – М. : Машиностроение, 1968. – 396 с.

## PERSPECTIVES OF THE LAYOUT OF SPECIAL CATERPILLAR TRACTOR ASSEMBLY FOR WORK ON SLOPES

**V. P. Gorobey, V. Yu. Moskalevich**

*The results of mathematical modeling of a special caterpillar tractor of traction class 2 are presented. Calculations were carried out in Excel for various possible lengths of caterpillars with their widths equal to 200 and 300 mm, using steel and rubber-reinforced caterpillars. Based on the calculation results, graphs of the dependences of the horizontal and vertical coordinates of the center of gravity of the tractor, the angle of lateral stability, the pressure of the propellers on the soil and the ratio of the reference length of the tracks to the width of the tractor track, depending on the value of the reference length of the tracks, were plotted.*

**Keywords:** *tractor, modeling, suspension, track support length, stability, parameters, center of gravity, coordinates, pressure, angle, soil.*

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**АКИМОВ Александр Валерьевич,** младший научный сотрудник лаборатории физиологии сельскохозяйственных растений, ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок ул., корп. 1, г. Лобня, Московская обл., Россия, 141055, тел.: +7 985 470-35-03, laboratory_ph@mail.ru.

**БЕЛЕНКОВ Алексей Иванович,** доктор сельскохозяйственных наук, профессор, консультант ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок ул., корп. 1, г. Лобня, Московская обл., Россия, 141055, тел.: +7 926 921-91-96, belenokaleksis@mail.ru.

**БИЮШКИНА Анна Владимировна,** младший научный сотрудник лаборатории физиологии сельскохозяйственных растений ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок ул., корп. 1, г. Лобня, Московская обл., Россия, 141055, тел.: +7 985 470-35-03, laboratory_ph@mail.ru.

**ГААР Александр Викторович,** младший научный сотрудник лаборатории физиологии сельскохозяйственных растений ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок ул., корп. 1, г. Лобня, Московская обл., Россия, 141055, тел.: +7 9854703503, laboratory_ph@mail.ru.

**ГЛАЗ Николай Владимирович,** кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель директора ФГБНУ «Челябинский НИИСХ». Чайковского ул., 14, г. Челябинск, Россия, 456404, тел.: +7 908 094-42-06, chniisx2@mail.ru.

**ГОНЧАРОВА Наталья Сергеевна,** аспирант, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет». Победы ул., 85, г. Белгород, Россия, 308015, тел: +7 472 230-11-65, goncharova_n@bsu.edu.ru.

**ГОРОБЕЙ Василий Петрович,** доктор технических наук, старший научный сотрудник, старший научный сотрудник сектора разработки и исследований макетных и экспериментальных установок. Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН. Кирова ул., 31, г. Ялта, Республика Крым, Россия, 298600, тел.: +7 3654 32-55-91, magarach@rambler.ru.

**ГРЕБЕННИКОВ Артем Александрович,** научный сотрудник лаборатории физиологии сельскохозяйственных растений лаборатории физиологии сельскохозяйственных растений ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок ул., корп. 1, г. Лобня, Московская обл., Россия, 141055, тел.: +7 985 470-35-03, laboratory_ph@mail.ru.

**ДУБОРЕЗОВ Василий Мартынович,** доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени Л. К. Эрнста». Дубровицы п., г. Подольск, д. 60, Московская обл., Россия, 142132, тел.: + 7 496 765-12-43, korma10@yandex.ru.

**ДУБОРЕЗОВ Иван Васильевич,** кандидат сельскохозяйственных наук, менеджер по продажам и технологическому сопровождению отдела ГИН АО Фирма «Август». Цандера ул., д. 6, г. Москва, Россия, 129515, тел.: + 7 495 787-08-00, duborezov@mail.ru.

**ДУМАЧЕВА Елена Владимировна,** доктор биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории физиологии сельскохозяйственных растений ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок ул., корп. 1, г. Лобня, Московская обл., Россия, 141055, тел.: +7 985 470-35-03, laboratory_ph@mail.ru.

**ЕМЕЛЕВ Сергей Александрович,** кандидат сельскохозяйственных наук, доцент. Доцент ФГБОУ ВО «Вятский государственный агротехнологический университет». Октябрьский пр., 133, г. Киров, Россия, 610017, тел.: +7 912 720-05-24, emeleffsergej@yandex.ru.

**ЖЕЛЕЗОВА Софья Владиславовна,** доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник ФГБНУ ВНИИФ. Институт ул., владение 5, р. п. Большие Вяземы, Одинцовский р-н, Московская обл., Россия, 143050, тел.: +7 916 842-96-88, soferrum@mail.ru.

**ЗАРУДНЫЙ Владимир Алексеевич,** и.о. директора Калининградского НИИСХ – филиала ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок ул., корп. 1, г. Лобня, Московская обл., Россия, 141055, тел.: +7 906 237-93-37, kniish39.net.

**ЗАХАРОВА Ирина Александровна,** кандидат биологических наук, заведующий лабораторией ФГБНУ «Челябинский НИИСХ». Чайковского ул., 14, г. Челябинск, Россия, 456404, тел.: +7 908 094-42-06, chniisx2@mail.ru.

**ИВАНОВ Сергей Александрович,** главный специалист «ООО ФосАгроСевероЗапад». Северное ш., д. 77, г. Череповец, Вологодская обл., Россия, 162625, тел.: +7 921 531-53-00, SAIvanov@phosagro.

**ИОНОВ Алексей Алексеевич,** младший научный сотрудник лаборатории селекции люцерны ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок ул., корп. 1, г. Лобня, Московская обл., Россия, 141055, тел.: +7 930 939-39-60, ionov-aleksei18@mail.ru.

**КАЛАШНИКОВА Виктория Николаевна,** аспирант кафедры биологии ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» (НИУ «БелГУ»). Победы ул., 85, г. Белгород, Россия, 308015, тел.: +7 980 322-14-16, kalashnikova_v@bsu.edu.ru.

**КОВШОВА Валентина Ивановна,** кандидат сельскохозяйственных наук, ученый секретарь, ведущий научный сотрудник. Кировская лугоболотная опытная станция – филиал ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Юбилейный п., 33, Оричевский р-н, Кировская обл., Россия, 612097, тел.: + 7 953 692-49-12, valentina.kovshova@yandex.ru.

**КОСОЛАПОВ Андрей Владимирович,** кандидат сельскохозяйственных наук, зам. директора Московского филиала ООО ПО «Сиббиофарм». Складочная ул., д. 1., стр. 18, подъезд 12, офис 307, г. Москва, Россия, 127018, тел.: + 7 916 732-17-82, a.kosolapovv@mail.ru.

**КОСТЕНКО Наталья Юрьевна,** кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории иммунитета ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок ул., корп. 1, г. Лобня, Московская обл., Россия, 141055, тел.: +7 916 675-52-10, selekzentrvik@mail.ru.

**КОСТЕНКО Сергей Иванович,** кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник, руководитель селекционного центра ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок ул., корп. 1, г. Лобня, Московская обл., Россия, 141055, тел.: +7 916 430-41-30, selekzentrvik@mail.ru.

**КРАСНОПЕРОВ Андрей Геннадьевич,** доктор сельскохозяйственных наук, и.о. зам. директора Калининградского НИИСХ – филиала филиала ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок ул., корп. 1, г. Лобня, Московская обл., Россия, 141055, тел.: +7 911 854-78-54, kniish39.net.

**КУЗЬМИН Евгений Иванович,** главный агроном Кировской лугоболотной опытной станции – филиала ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса», аспирант. Научный городок ул., корп. 1, г. Лобня, Московская обл., Россия, 141055, +7 909 135-72-76, k-e-i-95@mail.ru.

**ЛАЗАРЕВ Николай Николаевич,** доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства и луговых экосистем РГАУ– МСХА имени К. А. Тимирязева. Тимирязевская ул., 49, г. Москва, Россия, 127434, тел.: +7 985 723-38-12, lazarevnick2012@gmail.com.

**ЛОБАНОВА Екатерина Александровна,** магистрант ФГБОУ ВО Томский государственный педагогический университет. Киевская ул., 60, г. Томск, Россия, 634061, тел.: +7 913 118-96-05, porohkatrin@yandex.ru.

**ЛОПУХОВ Павел Михайлович,** кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель директора ФГБНУ «Челябинский НИИСХ». Чайковского ул., 14, г. Челябинск, Россия, 456404, тел.: +7 908 094-42-06, chniisx2@mail.ru.

**ЛУЗЯНИНА Надежда Владимировна,** научный сотрудник. Кировская лугоболотная опытная станция – филиал ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Юбилейный п., 33, Оричевский р-н, Кировская обл., Россия, 612097, тел.: + 7 963 551-52-37, bolotoagro50@mail.ru.

**ЛЫБЕНКО Елена Сергеевна,** кандидат сельскохозяйственных наук, доцент ФГБОУ ВО «Вятский государственный агротехнологический университет». Октябрьский пр., 133, г. Киров, Россия, 610017, тел.: +7 909 137-79-81, elenalybeko@rambler.ru.

**ЛЮБЦЕВА Ольга Николаевна,** старший научный сотрудник отдела селекции и первичного семеноводства бобовых и злаковых культур Воронежской ОС по многолетним травам – филиала ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Докучаева ул., д. 1, г. Павловск, Воронежская обл., Россия, 396420, тел.: +7 47362 2-61-02, gnu@bk.ru.

**МАКСИМОВА Полина Валериевна,** младший научный сотрудник лаборатории физиологии сельскохозяйственных растений ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок ул., корп. 1, г. Лобня, Московская обл., Россия, 141055, тел.: +7 9854703503, laboratory_ph@mail.ru

**МАЛЮЖЕНЕЦ Евгения Евгеньевна,** кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории селекции злаковых трав ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок ул., корп. 1, г. Лобня, Московская обл., Россия, 141055, тел.: +7 916 675-52-10. selekzentrvik@mail.ru.

**МЕЛЬНИКОВ Андрей Валерьевич,** кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией ФГБНУ ФИЦ «Немчиновка». Агрохимиков ул., д. 6, Новоивановское р. п., г. Одинцово, Московская обл., Россия, 143026, тел.: +7 900 588-43-66, diatrima@list.ru.

**МОСКАЛЕВИЧ Вадим Юрьевич,** кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Технические системы в агробизнесе» Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В. И. Вернадского». Академика Вернадского пр., г. Симферополь, п. Аграрное, Республика Крым, Россия, 4295492, тел.: +7 978 871-16-76, v_moskalevich@mail.ru.

**НЕМЕНУЩАЯ Евгения Юрьевна,** научный сотрудник Воронежской ОС по многолетним травам – филиала ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Докучаева ул., д. 1, г. Павловск, Воронежская обл., Россия, 396420, тел.: +7 47362 2-61-02, gnu@bk.ru.

**ПЕЧЕГИН Александр Юрьевич,** младший научный сотрудник лаборатории физиологии сельскохозяйственных растений ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок ул., корп. 1, г. Лобня, Московская обл., Россия, 141055, +7 985 470-35-03, laboratory_ph@mail.ru.

**ПЕЧЕГИНА Юлия Валентиновна,** научный сотрудник лаборатории физиологии сельскохозяйственных растений ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок ул., корп. 1, г. Лобня, Московская обл., Россия, 141055, тел.: +7 909 203-44-98, ulkakrav@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 ул., корп. 1, г. Лобня, Московская обл., Россия, 141055, тел.: +7 495 577-73-37, vniikormov@mail.ru.

**ПОРОХИНА Екатерина Владимировна,** кандидат биологических наук, доцент ФГБОУ ВО Томский государственный педагогический университет. Киевская ул., 60, г. Томск, Россия, 634061, тел.: +7 913 118-96-05, porohkatrin@yandex.ru.

**ПЯТАКОВ Максим Александрович,** главный агроном Калининградского НИИСХ – филиала ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок ул., корп. 1, г. Лобня, Московская обл., Россия, 141055, тел.: +7 909 788-18-99, pyatakovm98@mail.ru.

**РУМЯНЦЕВ Андрей Олегович,** аспирант лаборатории селекции злаковых трав ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок ул., корп. 1, г. Лобня, Московская обл., Россия, 141055, тел.: +7 920 188-39-88, selekzentrvik@mail.ru.

**САПРЫКИН Сергей Владимирович,** кандидат сельскохозяйственных наук, и.о. директора Воронежской ОС по многолетним травам – филиала ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Докучаева ул., д. 1, г. Павловск, Воронежская обл., Россия, 396420, тел.: +7 47362 2-23-40, gnu@bk.ru.

**САПРЫКИНА Наталья Вениаминовна,** кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела селекции и первичного семеноводства бобовых и злаковых культур Воронежской ОС по многолетним травам – филиала ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Докучаева ул., д. 1, г. Павловск, Воронежская обл., Россия, 396420, тел.: +7 47362 2-61-02, gnu@bk.ru.

**СИХАРУЛИДЗЕ Тамила Давидовна,** кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры землеустройства и кадастров. Калужский филиал ФГБО ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева. Вишневского ул., д. 27, г. Калуга, Калужская обл., Россия, 248007, тел.: +7 8-910-541-64-96, tamila7958@yandex.ru.

**СМИРНОВА Анна Владимировна,** кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник. Кировская лугоболотная опытная станция – филиал ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Юбилейный п., 33, Оричевский р-н, Кировская обл., Россия, 612097, тел.: +7 922 917-93-90.

**СОПИН Денис Александрович,** аспирант ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок ул., корп. 1, г. Лобня, Московская обл., Россия, 141055, тел.: +7 985 470-35-03, laboratory_ph@mail.ru.

**СОПИНА Наталья Алексеевна,** аспирант кафедры биологии ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» (НИУ «БелГУ»). Победы ул., 85, г. Белгород, Россия, 308015, тел.: + 7 980 322-14-16, sopina@bsu.edu.ru.

**СТЕПАНОВА Галина Васильевна,** кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции люцерны ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок ул., корп. 1, г. Лобня, Московская обл., Россия, 141055, тел.: +7 495 577-73-37, vnii.kormov@yandex.ru.

**УСОЛЬЦЕВА Елена Владимировна,** младший научный сотрудник лаборатории физиологии сельскохозяйственных растений ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Научный городок ул., корп. 1, г. Лобня, Московская обл., Россия, 141055, тел.: +7 985 470-35-03, laboratory_ph@mail.ru.

**ХРАМОЙ Виктор Кириллович,** доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры агрономии. Калужский филиал ФГБО ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева. Вишневского ул., д. 27, г. Калуга, Калужская обл., Россия, 248007, тел.: +7 919 035-00-17, v.hramoy@yandex.ru.

**ЧЕРНЯВСКИХ Владимир Иванович,** доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заместитель директора по научной работе ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса», Научный городок ул., корп. 1, г. Лобня, Московская обл., Россия, 141055, тел.: +7 495 577-73-37, cherniavskih@mail.ru.

*Научное издание*

**МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ АДАПТИВНОЕ КОРМОПРОИЗВОДСТВО**

**Сборник научных трудов**
**Выпуск 32 (80)**

Верстка, оригинал-макет: Н. И. Георгиади

Подписано в печать 25.01.2024 г.
Бумага «Снегурочка». Формат 60×84 1/16.
Гарнитура «Таймс». Печать ризографическая
Усл. печ. л. 9,5. Тираж 500. Заказ 004

ФГБОУ ДПО РАКО АПК
т. 700-13-40, 700-08-40 доб. 111
111622, Москва, ул. Оренбургская, 15б

ISBN 978-5-93098-137-7