

ЗЕРНОБОБОВЫЕ И КРУПЯНЫЕ КУЛЬТУРЫ № 2 (58), 2026 г.

Журнал СМИ основан в 2012 году.
Периодичность издания – 4 номера в год.

ISBN 9 785905 402036

Учредитель и издатель – **Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур»**

Главный редактор

Зотиков Владимир Иванович – член-корр. РАН

Заместитель главного редактора

Сидоренко Владимир Сергеевич – к. с.-х. наук

Ответственный секретарь

Грядунова Надежда Владимировна – к. биол. наук

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Амелин Александр Васильевич, д. с.-х. наук

Бобков Сергей Васильевич, к. с.-х. наук

Бударина Галина Алексеевна, к. с.-х. наук

Васин Василий Григорьевич, д. с.-х. наук

Вишнякова Маргарита Афанасьевна, д. биол. наук

Головина Екатерина Владиславовна, д. с.-х. наук

Журавлева Екатерина Васильевна, д. с.-х. н., проф. РАН

Задорин Александр Михайлович, к. с.-х. наук

Зубарева Кристина Юрьевна, к. биол. наук

Косолапов Владимир Михайлович, академик РАН

Панарина Вероника Игоревна, к. с.-х. наук

Привалов Фёдор Иванович, д.с.-х. н., член-корр. НАН Беларуси

Прянишников Александр Иванович, член-корр. РАН

Суворова Галина Николаевна, к. с.-х. наук

Тютюнов Сергей Иванович, академик РАН

Фенг Байли, доктор наук, профессор, Китай

Фесенко Алексей Николаевич, д. биол. наук

Шевченко Сергей Николаевич, академик РАН

Научный редактор, корректор

Грядунова Н.В.

Технический редактор

Хмызова Н.Г.

Перевод на английский язык **Стефанина С.А.**

Журнал зарегистрирован в
Федеральной службе по надзору в
сфере связи, информационных
технологий и массовых
коммуникаций

Реестровая запись СМИ

ПИ №ФС77-77939

от 19 февраля 2020 г.

Журнал включен ВАК при
Минобрнауки РФ в Перечень
рецензируемых научных изданий
категории К2, в которых должны
быть опубликованы основные
научные результаты диссертаций
на соискание ученой степени
кандидата и доктора наук

Полные тексты статей
в формате pdf доступны на сайте
журнала: <https://journal.vniizbk.ru>

Журнал включен в
библиографическую базу данных
Российский индекс научного
цитирования (РИНЦ)
<http://eLIBRARY.RU>
и Международную базу данных
AGRIS ФАО ООН <http://agris.fao.org>

Адрес редакции, издателя,
типографии:
302502, Орловская область,
Орловский район, пос. Стрелецкий,
ул. Молодежная, д.10, корп.1
тел.:(4862) 40-32-24, 40-30-04
E-mail: office@vniizbk.ru,
jurnalzbn@mail.ru
Сайт: <https://vniizbk.ru>

Дата выхода в свет: 22.06.2026 г.

Формат А4.

Гарнитура Times New Roman.

Тираж 300 экз.

Отпечатано в ФГБНУ «ФНЦ ЗБК»

Цена свободная.

ZERNOBOBOVYE I KRUPĀNYE KUL'TURY (Legumes and Groat Crops) No. 2 (58), 2026

Scientific journal founded in 2012 year.

Frequency of publication 4 issues per year.

ISBN 9 785905 402036

Founder and Publisher – **Federal State Budgetary Scientific Institution
«Federal Scientific Center of Legumes and Groat Crops» (FSBSI FSC LGC)**

Editor-in-Chief: **Zotikov, Vladimir I.** – *Corresponding Member, Russian Academy of Sciences*

Deputy Editor-in-Chief: **Sidorenko, Vladimir S.** – *Deputy Director for breeding work, FSBSI FSC LGC, Cand. Sci. (Agric.)*

Assistant Editor: **Gryadunova, Nadezhda V.** – *Leading Researcher Lab. NTI, FSBSI FSC LGC, Cand. Sci. (Biol.)*

EDITORIAL TEAM

Amelin, Aleksandr V. – *Collective Use Center «Plant Genetic Resources and Their Use» – N.V. Parakhin GAU, Orel; Dr. Sci. (Agric.)*

Bobkov, Sergei V. – *FSBSI FSC LGC, Head of Laboratory of Physiology and Biochemistry of Plants, Cand. Sci. (Agric.)*

Budarina, Galina A. – *FSBSI FSC LGC, Head of Laboratory of Agricultural Technology and Plant Protection, Cand. Sci. (Agric.)*

Vasin, Vasily G. – *Samara State Agrarian University, Head. Department of Crop Production and Agriculture, Dr. Sci. (Agric.)*

Vishnyakova, Margarita A. – *FSBSI N.I. Vavilov FITS VIGR, Head of Department, Dr. Sci. (Biol.)*

Golovina, Ekaterina V. – *FSBSI FSC LGC, Dr. Sci. (Agric.)*

Zhuravleva, Ekaterina V. – *Dr. Sci. (Agric.), Professor Russian Academy of Sciences*

Zadorin, Aleksandr M. – *FSBSI FSC LGC, Cand. Sci. (Agric.)*

Zubareva, Kristina Yu. – *FSBSI FSC LGC, acting Scientific Secretary, Cand. Sci. (Biol.)*

Kosolapov, Vladimir M. – *FSBSI V.R. Williams FNTs Feed Production and Agroecology, Director, Academician, Russian Academy of Sciences.*

Panarina, Veronika I., *FSBSI FSC LGC, Deputy Director for Research, Cand. Sci. (Agric.)*

Privalov, Fedor I. – *Dr. Sci. (Agric.), Corresponding Member, National Academy of Sciences of Belarus, Professor*

Pryanishnikov, Alexander I. – *JSC «Schelkovo-Agrochem», Head of the Department of Selection and Seed Production of Agricultural Crops, Corresponding Member, Russian Academy of Sciences*

Suvorova, Galina N. – *FSBSI FSC LGC, Head of Laboratory of Genetics and Biotechnology, Cand. Sci. (Agric.)*

Tyutyunov, Sergei I. – *FSBSI «Belgorod FARC RAS», Director, Academician, Russian Academy of Sciences*

Feng Baili – *Ph. D., Professor, Northwest A & F University, P.R. China*

Fesenko, Aleksei N. – *FSBSI FSC LGC, Head of Laboratory of Buckwheat Breeding, Dr. Sci. (Biol.)*

Shevchenko, Sergei N. – *Samarskii NIISKh, Director, Member, Russian Academy of Sciences.*

Scientific editor: **Gryadunova, Nadezhda V.**

Layout, design: **Khmyzova, Natal'ya G.**

English translation: **Stefanina, Svetlana A.**

Journal is registered by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technologies and Mass Communications

**Media registry record
ПН №ФЦ77-77939
dated 19.02.2020**

The journal is included by the Higher Attestation Commission under the Ministry of Education and Science of the Russian Federation in the List of peer-reviewed scientific publications of category K2, in which the main scientific results of dissertations for the degree of candidate and doctor of sciences should be published

Full texts of articles in pdf format are available at:
<https://journal.vniizbk.ru>

Journal is included in the bibliographic database Russian Science Citation Index (RSCI)

<http://eLIBRARY.RU>
and in the International Database AGRIS FAO UN <http://agris.fao.org>

Editorial office, publisher, printing address:
302502, Orlovskaja oblast',
Orlovskij rajjon, pos. Streleckij,
ul. Molodezhnaja, d.10, korp.1
phone:(4862) 40-32-24, 40-30-04
E-mail: office@vniizbk.ru,
jurnalzbn@mail.ru
Site: <https://vniizbk.ru>

Date of publication: 22.06.2026
Format A4.
Font Times New Roman.
Circulation 300 copies.
Printed at FSBSI «FSC LGC»
Price free.

СОДЕРЖАНИЕ

К 130-летию Шатиловской СХОС

Зотиков В.И., Грядунова Н.В. По страницам истории научных достижений Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции	5
Небытов В.Г., Мазалов В.И. Итоги исследований почв на Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции (обзор)	12
Вилюнов С.Д., Ильичева И.Н. Просо: история и начало научной селекции на Шатиловской СХОС	19
Задорин А.М. Основные этапы и направления исследований по селекции гороха в ФНЦ зернобобовых и крупяных культур	30

Научные статьи

Слепцов Т.С., Семенова Е.В., Сеферова И.В., Карлов Д.С., Неустроев А.Н., Новикова Л.Ю. Влияние предпосевной инокуляции клубеньковыми бактериями на продуктивность гороха посевного и сои в условиях Центральной Якутии	39
Васильчиков А.Г., Панарина В.И. Комплексная оценка отзывчивости перспективных сортообразцов сои на инокуляцию различными штаммами клубеньковых бактерий в условиях Орловской области	50
Зубарева К.Ю., Хрыкина Т.А. Интенсификация процессов симбиотрофного питания растений сои	58
Ятчук П.В. Перспективные сорта сои и элементы их агротехники	67
Васин В.Г., Жумабек кызы Ч. Фотосинтетическая деятельность и продуктивность сортов нута при внесении удобрений и применении препаратов Мегамикс	73
Климова Л.Р., Кадырова Ф.З., Миникаев Р.В. Отзывчивость сортов гречихи обыкновенной на некорневые подкормки комплексными удобрительными составами	81
Стебаков В.А., Мазалов В.И., Небытов В.Г. Урожайность и качество зерна сортов озимой мягкой пшеницы в экологическом испытании на выщелоченном черноземе Орловской области	89
Цуканова З.Р., Гусева А.Н., Латынцева Е.В., Асадбеков А.К. Первичное семеноводство зерновых, зернобобовых и крупяных культур в ФНЦ зернобобовых и крупяных культур	100
Голова Т.Г., Чвилева И.Н., Беляева Е.П. Повышение эффективности отборов на качество в селекции яровой мягкой пшеницы	106
Исаева Е.И., Анишко М.Ю. Продуктивность люпина белого при разных уровнях минерального питания	117
Яговенко Т.В., Зайцева Н.М., Грибушенкова Н.В., Мисникова Н.В. Влияние микроудобрений на показатели продукционного процесса и урожайность люпина узколистного	123
Конончук В.В., Тимошенко С.М., Штырхунов В.Д., Кирдин В.Ф., Савинова К.А., Прошин К.А. Отзывчивость викоовсяной смеси на удобрение при выращивании на сенаж в изменяющемся климате Центрального Нечерноземья	134
Меднов А.В., Вольпе А.А. Гидротермические условия как фактор формирования урожайности, протеиновой и энергетической питательности люпино-злаковых агроценозов	143
Савенков В.П., Кузьмина Е.Ю. Влияние макро- и микроудобрений и сроков уборки на урожай зеленой массы и кормовую продуктивность редьки масличной	151
Тормозин М.А., Беляев А.В., Тихолаз Е.М. Влияние некорневой подкормки на семенную продуктивность люцерны изменчивой	161

Новинки селекции

Фадеева И.Д., Курмакаев Ф.Ф., Тагиров А.Э. Новый сорт пшеницы мягкой озимой Ильвина	168
--	-----

Поздравление с Юбилеем

Гусева А.Н., Панарина В.И., Зубарева К.Ю., Латынцева Е.В. Творческий путь Цукановой Зои Романовны – Заслуженного работника сельского хозяйства РФ (посвящается 85 – летию со дня рождения и 70 – летию трудовой деятельности)	175
--	-----

Памяти академика Б.И. Сандухадзе

Журавлева Е.В., Фурсов С.В. Селекция пшеницы – дело всей жизни академика РАН Баграта Именовича Сандухадзе	182
--	-----

CONTENTS

On the 130th anniversary of the Shatilovo Agricultural Experimental Station

Zotikov V.I., Gryadunova N.V. Through the pages of the history of scientific achievements of the Shatilovskaya agricultural experimental station	5
Nebytov V.G., Mazalov V.I. The results of soil research at Shatilovskaya agricultural experimental station (review)	12
Vilyunov S.D., Il'icheva I.N. Millet: history and the beginning of scientific breeding at the Shatilovskaya agricultural experimental station	19
Zadorin A.M. The main stages and directions of research on pea breeding at the Federal Scientific Center of Legumes and Groat Crops	30

Scientific articles

Sleptsov T.S., Semenova E.V., Seferova I.V., Karlov D.S., Neustroev A.N., Novikova L.Yu. Effects of pre-sowing inoculation with nodule bacteria on the productivity on pea and soybean under conditions of Central Yakutia	39
Vasil'chikov A.G., Panarina V.I. Comprehensive assessment of the responsiveness of promising soybean cultivars to inoculation with various strains of nodule bacteria in the Orel region	50
Zubareva K. Yu., Khrykina T.A. Intensification of symbiotrophic nutrition processes of soybean plants	58
Yatchuk P.V. Promising soybean varieties and elements of their agricultural technology	67
Vasin V.G., Zhumabek kyzy Ch. Photosynthetic activity and productivity of chickpea varieties during fertilization and application of Megamix preparations	73
Klimova L.R., Kadyrova F.Z., Minikaev R.V. Responsiveness of buckwheat varieties to foliar top dressing with complex fertilizers	81
Stebakov V.A., Mazalov V.I., Nebytov V.G. Yield and quality of winter wheat varieties in ecological test on leached chernozem in the Orel region	89
Tsukanova Z.R., Guseva A.N., Latyntseva E.V., Asadbekov A.K. Primary seed production of cereals, legumes and groat crops in the FSC of Legumes and Groat Crops	100
Golova T.G., Chvileva I.N., Belyaeva E.P. Improvement of selection efficiency for quality in breeding of spring soft wheat	106
Isaeva E.I., Anishko M.Yu. Productivity of white lupine at different levels of mineral nutrition	117
Yagovenko T.V., Zaytseva N.M., Gribyshenkova N.V., Misnikova N.V. The influence of micro-fertilizers on indices of production process and yield of narrow-leaved lupin	123
Kononchuk V.V., Timoshenko S.M., Shtyrkhunov V.D., Kirdin V.F., Savinova K.A., Proshin K.A. Response of vetch-oat mixture to fertilizer when grown for hilage in the changing climate of the central Non-Black Earth Region	134
Mednov A.V., Vol'pe A.A. Hydrothermal conditions as a factor in the formation of crop yield, protein and energy nutritional value of lupine-cereal agrocenoses	143
Savenkov V.P., Kuz'mina E.Yu. The influence of macro- and microfertilizers and harvesting timing on the yield of green mass and forage productivity of oilseed radish	151
Tormozin M.A., Belyaev A.V., Tikholaz E.M. The effect of foliar top dressing on the seed productivity of alfalfa	161

Novelties of breeding

Fadeeva I.D., Kurmakaev F.F., Tagirov A.E. New variety of soft winter wheat Ilvina	168
---	-----

Congratulation on the Anniversary

Guseva A.N., Panarina V.I., Zubareva K.Yu., Latyntseva E.V. The creative path of Zoya Romanovna Tsukanova – Honored Worker of Agriculture of the Russian Federation (dedicated to the 85th anniversary of her birth and 70th anniversary of her work)	175
--	-----

In memory of Academician B.I. Sandukhadze

Zhuravleva E.V., Fursov S.V. Wheat breeding is the life's work of an academician of the Russian Academy of Sciences Bagrat Ismenovich Sandukhadze	182
--	-----

ПО СТРАНИЦАМ ИСТОРИИ НАУЧНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ ШАТИЛОВСКОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОПЫТНОЙ СТАНЦИИ

В.И. ЗОТИКОВ, член-корреспондент РАН, ORCID ID: 0000-0001-5713-7444

Н.В. ГРЯДУНОВА, кандидат биологических наук, ORCID ID: 0009-0002-9390-0464

ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

Аннотация. В статье кратко представлены основные этапы становления и результаты научной деятельности Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции за 130 – и летний период. Показана роль научного наследия Шатиловской СХОС в развитии аграрной науки в России по селекции и семеноводству основных сельскохозяйственных культур, агрохимии и земледелию, лесоводству и животноводству, экономике, механизации.

Для цитирования: Зотиков В.И., Грядунова Н.В. По страницам истории научных достижений Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции. Зернобобовые и крупяные культуры. 2026. № 2 (58):5-11. DOI: 10.24412/2309-348X-2026-2-5-11

THROUGH THE PAGES OF THE HISTORY OF SCIENTIFIC ACHIEVEMENTS OF THE SHATILOVSKAYA AGRICULTURAL EXPERIMENTAL STATION

V.I. Zotikov, N.V. Gryadunova

FSBSI FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS

Abstract. The article briefly outlines the main stages of development and the results of scientific activities of the Shatilovskaya Agricultural Experimental Station over a 130-year period. The role of the farm's scientific heritage in the development of agricultural science in Russia in the areas of breeding and seed production of major agricultural crops, agrochemistry and agriculture, forestry and animal husbandry, economics, and mechanization is shown.

130 лет назад с целью систематизации, обобщения, проверки разрозненных знаний, многовекового практического опыта земледельцев-крестьян и увеличения производительной отдачи земли продукцией сельского хозяйства возникла необходимость в создании опытных станций в типичных районах России. И в 1896 году по инициативе директора Департамента земледелия, известного учёного и общественного деятеля, профессора П.А. Костычева в Тульской губернии на землях землевладельца Ивана Иосифовича Шатилова была организована Шатиловская сельскохозяйственная опытная станция. Одновременно были открыты ещё 3 опытные станции: Запольская в Петербургской, Костычевская в Самарской и Энгельгардтовская в Смоленской губерниях.

Шатиловская опытная станция была названа в честь представителя славного рода русских просвещённых помещиков Шатиловых – отца Иосифа Николаевича Шатилова, крупного сельскохозяйственного и общественного деятеля, который был членом 31 научного общества не только в России, но и во Франции, вице-президентом иностранной секции Парижской сельскохозяйственной академии, почётным членом Московского и Харьковского университетов и Петровской академии, был одним из инициаторов создания Министерства земледелия в России, создателем Московского Политехнического музея, издал более 50 брошюр и статей по вопросам сельского хозяйства.

История научных и прикладных исследований как и судьба самой опытной станции сложна и порою драматична: это и неоднократные реорганизации, когда она переходила от одного ведомства к другому; почти полное разрушение станции в годы Великой Отечественной войны, а также мизерное финансирование научных исследований. Но, несмотря на такое положение, на станции всегда были бескорыстные, увлечённые, преданные науке энтузиасты, научные достижения которых имели ценность в течение многих десятилетий и которые принесли станции заслуженный успех и признание не только в России, но и за рубежом.

За годы деятельности станцию неоднократно преследовали реорганизации и, соответственно, изменялось название Шатиловской опытной станции: **1901 год** – в соответствии с Указом Николая 2 Шатиловская опытная станция стала официальным научным учреждением; **1919-1930 гг.** – Северо-Чернозёмная (бывшая Шатиловская) сельскохозяйственная опытная станция; **1931-1932 гг.** – Шатиловская зональная опытная станция по конопле; **1933-1934 гг.** – Шатиловский селекционный центр зернового управления Наркозема СССР; **1935-1936 гг.** – Курская областная сельскохозяйственная опытная станция свекловичного полеводства; **1937-1955 гг.** – Шатиловская государственная селекционная станция, в 1948 году – станции присвоено имя П.И. Лисицына (Постановление СМ СССР от 28 июня 1948 г.), однако на официальных документах опытной станции имя П.И. Лисицына появилось только в 1965 году, к празднованию 70-летнего юбилея Шатиловки. Связывали это с оппозиционными взглядами П.И. Лисицыны на идеи Т.Д. Лысенко; **1956-1988 гг.** – Орловская государственная областная сельскохозяйственная опытная станция имени П.И. Лисицына (Постановление СМ СССР, 1956 г.); **1988 год** – Орловская ГОСХОС реорганизована в Орловский НИИСХ; **1996 год** – **опытная станция восстановлена на прежнем месте с сохранением её первого исторического названия – Шатиловская сельскохозяйственная опытная станция (Приказ РАСХН от 03.04.1996 г. за подписью президента РАСХН Г.А. Романенко).** Началась новая страница в истории научных достижений станции [1, 2].

За период деятельности станция выполнила огромную по объёму и значению научную работу: здесь были заложены основы агротехники, получившие своё развитие в дальнейшем как ландшафтное или экологическое земледелие; созданы впервые в России селекционные сорта многих сельскохозяйственных культур; разработана система семеноводства для обширной природно-экономической зоны. Станция доказала эффективность применения удобрений, вывела высокоурожайные сорта ржи, овса, гороха, вики, гречихи, клевера лугового, люцерны, некоторые из которых и сейчас возделываются в производстве и сохраняются в Государственном реестре селекционных достижений РФ. Научные достижения по агрохимии, земледелию, селекции, семеноводству, лесоводству, овощеводству принесли станции мировую известность и поставили её в ряд лучших опытных учреждений России [3].

Отмечая 130 – летний юбилей Шатиловской опытной станции, как старейшего сельскохозяйственного научно-исследовательского учреждения России, следует признать её особое место в научном обеспечении развития сельскохозяйственного производства, разработке технологических приёмов возделывания сельскохозяйственных культур, научно-обоснованного применения удобрений, системы севооборотов и обработки почвы, за вклад в селекцию и семеноводство.

В организации и проведении научных исследований на Шатиловской СХОС выделяют пять основных периодов, связанных с историческим развитием страны, приходом к руководству станцией нового директора и по вкладу учёных в науку. Первый период – 1896-1929 гг.; второй период – 1930-1941; третий период – 1942-1988 (восстановление разрушенной станции в Великую Отечественную Войну и до перевода её под Орёл); четвёртый период – 1988-1995 – Орловский НИИСХ; пятый период связан с восстановлением в 1996 году Шатиловской СХОС и продолжается до настоящего времени.

Уже в первые годы своей работы, благодаря достигнутым результатам по изучению влияния питания и различных агротехнических приёмов на урожайность культур, почвенных

исследований местного чернозёма, эффективности применения фосфорных удобрений в чернозёмной полосе России, станция становится известной и уважаемой. В числе главных задач опытной станции было проведение опытов по определению потребности растений в основных элементах питания, изучению севооборотов, применению удобрений, созданию новых сортов. Первая программа научных исследований, разработанная В.В. Винером, включала изучение 18 полевых культур и приемов их возделывания – удобрение, обработка почвы, уход за посевами, испытание сортов [4].

Достойный вклад в развитие аграрной науки, укрепление её связи с производством внес неутраченный и целеустремлённый творческий деятель, выдающийся русский агрохимик, профессор Александр Никандрович Лебедев, который руководил станцией 20 лет (с 1906 по 1925 гг.). Он расширил и перестроил работу станции, организовав сеть опытных полей, работающих по единой программе и охватывающих обширную зону Северо-Чернозёмной области. Его работы в области агрономической химии и физики, биологии отдельных растений, особенно гречихи, являются выдающимся вкладом в агрономическую науку. Оставив глубокий след в истории развития отечественной агрохимии он доказал, что применение фосфатов является «краеугольным камнем поднятия продуктивности земледелия в области северного чернозёма». Заложенные А.Н. Лебедевым стационарные многолетние опыты до сих пор дают ценнейшую научную информацию по динамике плодородия выщелоченных чернозёмов. До настоящего времени на станции сохранился и продолжается многолетний стационарный опыт, связанный с научным обоснованием применения фосфоритной муки на северной границе русского чернозёма.

Оценивая роль селекции в повышении производительности растениеводства он организовал в 1912 году отдел селекции и привлёк к работе молодого учёного Петра Ивановича Лисицына – в будущем выдающегося русского селекционера и семеновода, академика, чьё имя в 1948 году после его смерти было присвоено станции. П.И. Лисицын был директором станции с 1925 по 1929 год, одновременно заведовал селекционным отделом, занимал должности директора Шатиловской Госсемкультуры и председателя правления Шатиловского союза семеноводов.

В истории русской селекции с именем П.И. Лисицына связана целая эпоха, когда в основе методов селекции были сбор, изучение, отбор, скрещивания и т.д. Во время работы на опытной станции им были созданы первые в России селекционные сорта: озимая рожь Лисицына, овёс Шатиловский 33 и Шатиловский 56, гречиха Богатырь, клевер Среднерусский, лён, люцерна, которые занимали миллионы гектаров посевов. Позднее селекционеры станции вывели и районировали свыше 70 сортов различных сельскохозяйственных культур: это озимая рожь, озимая пшеница, яровая пшеница, овёс, горох, вика посевная яровая, соя, гречиха, просо, лён, клевер луговой, люцерна, томат, перец, чеснок [5].

Занимаясь созданием новых сортов П.И. Лисицын понимал, что без специальной государственной системы размножения сортов, невозможно широкое освоение их в хозяйствах. Им были разработаны предложения по организации семеноводства, которые в последующем стали основой Декрета «О семеноводстве», подписанного в 2021 году В.И. Лениным. Этим Декретом и была положена основа селекционно-семеноводческой работе и массовому размножению и распространению чистосортных семян в СССР.

Заслуга Шатиловской опытной станции заключается не только в разработке идеи в вопросах развития семеноводства, но и ее практическом воплощении. Создание первой в России системы семеноводства для обширной природно-экономической зоны является исторической заслугой П.И. Лисицына и Шатиловской опытной станции. Исследования по семеноводству были приоритетными на станции. П.И. Лисицын организовал систему размножения и производства семян сортов селекции станции. Им была создана Шатиловская Госсемкультура и Шатиловский союз семеноводов, положения которых охватывали все ступени семеноводческого процесса. Проект Положения Шатиловской Госсемкультуры лёг в основу Общероссийской системы семеноводства сельскохозяйственных культур. Станция ежегодно производила семена элиты и первой репродукции, Госсемкультура – второй

репродукции, Шатиловский союз семеноводов – третьей репродукции для обеспечения хозяйств зоны деятельности.

Несмотря на многочисленные реорганизации опытной станции, семеноводство всегда оставалось одной из главных её задач и остаётся в приоритете до сих пор. Сегодня опытная станция продолжает заниматься вопросами семеноводства, внесённых в Государственный реестр сортов, допущенных к использованию, селекции Федерального научного центра зернобобовых и крупяных культур – сои, гороха, гречихи, озимой пшеницы. Кроме того, коллективом Шатиловской СХОС в сотрудничестве с селекционерами ФНЦ зернобобовых и крупяных культур созданы новые сорта, районированные во многих областях Российской Федерации. Это гречиха Диалог, вика посевная яровая Ассорти, Кшень, соя Свапа, Шатиловская 17, обладающие высокой урожайностью, качеством, устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессорам. На полях станции закладываются семенные участки для получения семян высших репродукций озимой пшеницы, вики посевной яровой, гречихи, сои, разрабатываются технологические приёмы новых сортов. Ежегодно производятся до 5 тыс. тонн семян различных культур.

Одним из научных направлений современных исследований Шатиловской опытной станции является всесторонняя оценка хозяйственно биологических признаков новых сортов различных сельскохозяйственных культур, созданных в других научных учреждениях. Шатиловскую СХОС, как наиболее подходящую точку для экологического испытания самых разнообразных полевых культур, более 25 лет назад определил вице-президент Российской сельскохозяйственной академии наук академик Александр Александрович Жученко. Расположенная в зоне северных чернозёмов Центральной России, Шатиловская СХОС удачно подходит для широкого экологического сортоиспытания, о чём ещё в своё время говорил В.В. Докучаев. Именно здесь были созданы первые отечественные селекционные сорта – шедевры, которые имели огромное значение в сельскохозяйственном производстве и в качестве исходного материала в селекционном процессе. Идея была активно поддержана губернатором Орловской области академиком РАН Егором Семёновичем Строевым. Научно-методическое руководство возлагалось на ВНИИ зернобобовых и крупяных культур. Организация и проведение экологического испытания новых и перспективных сортов и гибридов сельскохозяйственных культур в определённой мере способствовала восстановлению производственной базы станции.

В музее станции хранится ПОЧЁТНЫЙ ДИПЛОМ Сельскохозяйственной и кустарно-промышленной Областной Выставки Орловского Земства от 1903 года «О награждении Шатиловской СХОС за представленные образцы растений, зерна, почвы, картограммы и прочее. Представленные работы признаны заслуживающими особого внимания как по своей полноте, так и по научной постановке дела».

С 1998 года в экологическом испытании изучаются до 500 сортов, гибридов, перспективных линий различных сельскохозяйственных культур из селекционных центров страны, а также зарубежного происхождения [8].

Широкое распространение в производстве получили сорта, выделившиеся в экологическом испытании на Шатиловской СХОС по урожайности и качеству. Это пшеница озимая мягкая Московская 39, Московская 56, Московская 40, Скипетр, Скипетр 2, Синева; озимая рожь Таловская 41, Таловская 44; яровой ячмень Владимир; овёс Яков, Самсон 57; вика посевная яровая Ассорти, Никольская, Кшень; горох Фараон, Родник, Юбиляр, Ватан; соя Осмонь, Шатиловская 17, Орлея, Слава, Оникс 57, Белгородская 7; гречиха Диккуль, Девятка, Инзерская, Яшьлек; просо Спутник, Поволжское 80, Памяти Котляра и многие другие.

Разнообразие созданного в различных почвенно-климатических условиях селекционного материала и наглядная его демонстрация на опытных делянках Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции интересуют не только авторов сортов, но привлекает внимание и производителей. С этой целью на Шатиловской опытной станции с 1998 года ФНЦ зернобобовых и крупяных культур в соответствии с планами Министерства науки и высшего образования РФ, Российской академии наук организуют и проводят научно-

Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» № 2 (58) 2026 г.
практический семинар День поля, а с 2007 года и Ярмарку сортов и гибридов с участием ведущих учёных-селекционеров, представителей агрофирм, фермерских хозяйств. Опытные делянки экологического испытания – прекрасная демонстрация полученных селекционных достижений по культурам.



*День поля на Шатиловской СХОС. 2008 г. Академики РАН – А.А. Жученко (слева),
Е.С. Строев (справа)*

Научно-исследовательская деятельность опытной станции всегда тесным образом была связана с просветительской – большое количество печатных работ, изданных станцией в разные годы. Это научные отчёты, труды, сборники о состоянии и деятельности опытной станции, рекомендации, книги, бюллетени, популярные брошюры, плакаты, лекции, статьи в журналах и газетах [6, 7]. В последние годы издан ряд научных сборников и книг, посвященных 100 – летию, 110, 115 и 120 – летию Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции.



Участники семинара «День поля на Шатиловской СХОС». О новых сортах озимой пшеницы рассказывает академик РАН Б.И. Сандухадзе. Справа губернатор Орловской области академик РАН Е.С. Строев, 2007 г.

Это посвященный 100 летнему юбилею сборник материалов научно-практической конференции «Корни и крона Шатиловского эксперимента», книги: Е.С. Строев «От экспериментальной станции – к экспериментальной области», М.М. Романов «Первая в России» и другие. Большую ценность имеют книги З.А. Зарьяновой: «Шатиловская сельскохозяйственная опытная станция в лицах и публикациях» в двух изданиях, 2006 и 2013 гг.; «Библиография научных трудов Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции», 2016 год, а также основательный и актуальный по содержанию, объёмом в 595 страниц научный труд «120 лет на русском чернозёме», изданный в Германии в 2016 году. Основываясь на музейных и архивных данных, воспоминаниях работников станции, используя многочисленные фотоиллюстрации с самого её начала деятельности, в книге отражён весь путь развития и становления аграрной науки, достигнутые результаты, систематизированные по разделам науки публикации, представлены биографические данные руководителей и учёных, работающих на станции в разные годы.

За достигнутые успехи Шатиловская государственная селекционная станция неоднократно была участником Всесоюзной сельскохозяйственной выставки в Москве и большинство научных разработок были отмечены золотыми, серебряными, бронзовыми медалями и дипломами ВСХВ.

В честь 100 летнего юбилея на Шатиловской опытной станции заложен сквер, установлен памятный знак основоположникам станции, поставлены памятники И.Н. Шатилову, Ф.Х. Майеру, В.В. Винеру, П.И. Лисицыну, В.В. Докучаеву, П.А. Костычеву, Д.Н. Прянишникову, установлен памятный знак на стационарном полевом опыте, заложенном в 1912 году А.Н. Лебеядцевым.

В настоящее время, после восстановления в 1996 году, станция располагает площадью сельскохозяйственных угодий в 3506 га, в том числе 3037 га пашни, посевная площадь зерновых 1439 га, из них 600 га занимают научные опыты. Основными направлениями научных исследований являются: агротехнические опыты; создание новых сортов гречихи, вики посевной яровой, сои; производство и реализация оригинальных семян сельскохозяйственных культур; экологическое испытание новых сортов, созданных в научных учреждениях, селекционных центрах и организациях.

В заключение хочется ещё раз отметить, что начало прочного фундамента отечественной сельскохозяйственной науки было заложено на всемирно известной Шатиловской опытной станции, 130-и ление которой отмечается в 2026 году. Она не только сумела наладить и выполнить огромную работу по обобщению, проверке, систематизации разрозненных знаний и многовекового практического опыта земледельцев, но и заложила важные традиции диалога и сотрудничества учёных и представителей аграрного производства. Открытия, научные исследования и работы выдающихся патриотов и учёных, в разные годы трудившихся на Орловской земле, вошли в золотой фонд мировой науки, дали старт эпохе химизации земледелия и повышения плодородия почв, разработке основных положений селекции и семеноводства. Высокий патриотизм и любовь к своей земле коллектива станции, преемственность и чёткий ориентир на освоение инновационных методик принесли станции заслуженное признание не только в России, но и за рубежом.

Литература

1. Корни и крона Шатиловского эксперимента. Сборник материалов научно-практической конференции к 100-летию Шатиловской и 75-летию Новосильской зональных опытных станций. – Орёл. Изд-во Орловской государственной телерадиовещательной компании. – 1996. – 464 с.
2. Романов М.М. Первая в России. (К 100-летию со дня организации Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции). – Орёл. Типография «Труд». – 1996. – 103 с.
3. Строев Е.С. От экспериментальной станции – к экспериментальной области. - Орёл. – Изд-во «Тургеневский бережок». – 1996. – 323 с.
4. Зарьянова З.А. Шатиловская сельскохозяйственная опытная станция в лицах и публикациях. Издание 2-е. переработанное и дополненное. Орёл. ОАО Типография «Труд». – 2013. – 592 с.

5. Зарьянова З.А. 120 лет на русском чернозёме. К юбилею Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции. LAP LAMBERT Academic Publishing. – 2016. – 596 с.
6. Зотиков В.И. Основные этапы деятельности Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции и их роль в развитии селекции и семеноводства в России. //Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. – №2 (18). – С. 6-9.
7. Небытов В.Г., В.И. Зотиков, Николаев А.В., Мазалов В.И., Наумкина Т.С., Грядунова Н.В., Хмызова Н.Г. Основоположники и организаторы Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции, Издание второе, дополненное. - Орёл. Изд-во ООО ПФ «Картуш». – 2016. – 184 с. – 501 библи. 47 илл. (К 120- летию Шатиловской СХОС).
8. Зотиков В.И., Мазалов В.И., Сидоренко В.С., Наумкина Т.С., Грядунова Н.В., Хмызова Н.Г. Экологическое испытание сортов и гибридов сельскохозяйственных культур на Шатиловской СХОС. – Орёл: ФГБНУ ВНИИЗБК, – 2017. – 88 с.

References

1. Roots and Crown of the Shatilovo Experiment. Collection of Proceedings from the Scientific and Practical Conference for the 100th Anniversary of the Shatilovo and 75th Anniversary of the Novosil Zonal Experimental Stations. Orel. Orlovskaya gosudarstvennaya teleradioveshchatel'naya kompaniya Publ., 1996, 464 p.
2. Romanov M.M. The first in Russia. (On the 100th anniversary of the Shatilovskaya Agricultural Experimental Station). Orel. Tipografiya «Trud» Publ., 1996, 103 p.
3. Stroeв E.S. From experimental station to experimental area. Orel. «Turgenevskii berezhok» Publ., 1996, 323 p.
4. Zar'yanova Z.A. Shatilovskaya Agricultural Experimental Station: Persons and Categories. 2nd Edition, Revised and Supplemented. Orel. OAO Tipografiya «Trud» Publ., 2013, 592 p.
5. Zar'yanova Z.A. 120 years on Russian black soil. Celebrating the anniversary of the Shatilovskaya Agricultural Experimental Station. LAP LAMBERT Academic Publishing. 2016, 596 p.
6. Zotikov V.I. The main stages of the Shatilovskaya Agricultural Experimental Station's activities and their role in the development of breeding and seed production in Russia. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2016, no.2 (18), pp.6-9.
7. Nebytov V.G., V.I. Zotikov, Nikolaev A.V., Mazalov V.I., Naumkina T.S., Gryadunova N.V., Khmyzova N.G. Founders and organizers of the Shatilovskaya agricultural experimental station, Second edition, supplemented. Orel. ООО ПФ «Kartush» Publ., 2016, 184 p. 501 bibl. 47 ill. (K 120- letiyu Shatilovskoi SKhOS).
8. Zotikov V.I., Mazalov V.I., Sidorenko V.S., Naumkina T.S., Gryadunova N.V., Khmyzova N.G. Ecological testing of varieties and hybrids of agricultural crops at the Shatilovskaya agricultural production farm. Orel: FGBNU VNIIZBK, 2017, 88 p.

ИТОГИ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОЧВ НА ШАТИЛОВСКОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОПЫТНОЙ СТАНЦИИ (ОБЗОР)

В.Г. НЕБЫТОВ, кандидат биологических наук, E-mail: nebuytov@yandex.ru

В.И. МАЗАЛОВ, доктор сельскохозяйственных наук, E-mail: mazalov-1958@mail.ru

ШАТИЛОВСКАЯ СХОС – ФИЛИАЛ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР,
ПОС. ШАТИЛОВО

***Аннотация.** Статья посвящена истории почвенных исследований на Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции, проблем генезиса, антропогенного и мелиоративного воздействия на агрофизическое состояние черноземов, особенной роли высушивания поверхностного слоя почв в повышении плодородия; пространственного варьирования урожая и агрохимических свойств в условиях неоднородности почвенного покрова опытных полей; мелиоративного влияния лесных насаждений на свойства почвы, внесших вклад в историю и развитие почвоведения.*

Ключевые слова: почвоведение, Шатиловская сельскохозяйственная опытная станция.

Для цитирования: Небытов В.Г., Мазалов В.И. Итоги исследований почв на Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции (обзор). *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2026. № 2 (58): 12-18. DOI: 10.24412/2309-348x-2026-2-12-18

THE RESULTS OF SOIL RESEARCH AT SHATILOVSKAYA AGRICULTURAL EXPERIMENTAL STATION (REVIEW)

V.G. Nebytov, V.I. Mazalov

SHATILOVO AGRICULTURAL EXPERIMENTAL STATION – BRANCH OF FSBSI
FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS, pos. Shatilovo

***Abstract.** The article is devoted to the history of soil research on the Shatilovo agricultural experimental station, issues of genesis, anthropogenous and meliorative influence on agrophysical condition of chernozems is shown; an especial role of drying of superficial layer of soil in increase of fertility; spatial variation of a crop and agrochemical properties in conditions of heterogeneity of a soil cover of experimental fields; meliorative influence of wood plantings on properties of soil, brought in the contribution to history and development of soil science.*

Keywords: soil science, Shatilovo agricultural experimental station.

В дореволюционный период изучение почвенного покрова Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции, слагаемого в основном выщелоченным и оподзоленным подтипами черноземов, проводилось при участии известных почвоведов, как, В.В. Докучаев, В.Р. Вильямс, К.Д. Глинка, В.В. Геммерлинг, И.К. Фрейберг, Г.М. Тумин, А.Н. Соколовский и др. Подробно исследованы различия морфологического строения почвенных профилей, агрофизические свойства, минералогический, гранулометрический, валовый химический состав почв. В.В. Докучаев в 1877 году изучал почвы имения «Моховое» Новосильского уезда, Тульской губернии (в настоящее время Новодеревеньковский район, Орловской области) (В.В. Докучаев, 1948). На территории имения было заложено несколько почвенных разрезов, позволивших установить наличие «мощного местного чернозема», границы его распространения в пределах маршрута движения по центральной части северной границы Черноземной полосы. Василий Васильевич писал: «Чтобы закончить с Моховым, замечу еще, что здесь встречается в подпочве множество кротовин, а по оврагам ковыль, почти в непосредственном соседстве с

этим последним... великолепен искусственно посаженный лес. Главными деревьями служат ель, сосна, лиственница, дуб и береза, все они растут превосходно. Все упомянутые деревья одинаково охотно живут как на местах ровных, так и по оврагам».

Заколковское поле, на котором В.В. Докучаевым был заложен почвенный разрез с детальным его морфологическим описанием и данными содержания гумуса в пахотном слое, определенного Н.М. Сибирцевым – является объектом комплексного почвенного мониторинга, где изучается влияние длительного сельскохозяйственного использования пашни на физико-химические свойства выщелоченного чернозема. Почвенные исследования сопровождались выполнением химических анализов состава местных почв, которые проводили в 1872 году П.А. Ильенков (Петровская земледельческая и лесная академия) и в 1900 году П.Р. Слезкин (Императорский Киевский политехнический институт им. Александра II). Василий Робертович Вильямс неоднократно бывал и изучал почвы в «Моховом», «привозил для почвенного музея МСХИ в хорошо сделанных ящиках почвенные монолиты местного чернозема», высоко оценивал научное значение Шатиловки, называя ее «Русским Ротамстедом» (В.В. Вильямс, 1950). Почвенными исследованиями стали заниматься с периода основания опытной станции. Заведующий опытной станцией Г.Ф. Нефедов в 1896 году обследовал в почвенном отношении опытный участок в 57 десятин, территорию Новосильского уезда и имение «Моховое». Во всех пунктах были отобраны образцы, определена мощность почвенных горизонтов, глубина вскипания карбонатов, цифровой материал сведен в особую картограмму. Образцы почв с овсяных полей Шатиловской СХОС и имения «Моховое» отнесены Г.Ф. Нефедовым к суглинистым черноземам. Результаты почвенных исследований были представлены Г.Ф. Нефедовым на 11 съезде русских естествоиспытателей и врачей в 1901 г., в докладах: «О почвах Новосильского уезда», «О механическом анализе почв», «О методах картографии почв» (Г.Ф. Нефедов, 1908). Для постановки вегетационных опытов и оценки плодородия им были переданы в лабораторию Д.Н. Прянишникова шесть почвенных образцов «от светлосерых почв до темных типичных черноземов», отобранных при почвенном обследовании Новосильского уезда. Г.Ф. Нефедов критически относился к методике почвенной картографии «Докучаевской школы», предлагал почвенную действительность изображать не одной конечной картой, а совокупностью карт, изображающих географическое распространение и степень выраженности каждого признака и свойства в отдельности. Он отмечал возможность использования статистических методов в почвоведении, сконструировал почвенный бурав (бур), разработал прибор и метод, отличавшиеся чрезвычайной простотой и точностью при производстве массовых механических анализов почв.

В 1899 году В.В. Винер отмечал, что участок опытной станции находился в полевой культуре около 30 лет после сведения дубового леса, и почва этого участка характеризовалась отсутствием карбонатов в пахотном слое, пылеватым строением, затрудняющем поддержание рыхлости пашни, крупитчатое, почти ореховое строение подпахотного слоя, очень большую влагоемкость, которая препятствовало проникновению влаги атмосферных осадков в глубокие слои, слабый обмен почвенного воздуха, обуславливающий очень медленное разложение растительных остатков. По данным анализов чернозем (вскипание с глубины 120 см) характеризовался тяжелосуглинистым гранулометрическим составом, высоким содержанием гумуса (10% по Кнопу) (В.В. Винер, 1909). Благодаря деятельности почвовед Орловского губернского земства, затем заведующего Орловским опытным полем И. К. Фрейберга были проведены почвенные исследования, позволившие составить «Материалы к оценке земель и схематические почвенные карты для 12 уездов Орловской губернии». При составлении карт и описаний были использованы научные принципы классификации почв В.В. Докучаева и Н.М. Сибирцева (И.К. Фрейберга, 1903). Под его руководством, известные почвоведы, включая Бушинского В.П., Геммерлинга В.В., Григорьева М.П., Румницкого М.Г., Саваренского Ф.П. Надеждина В.М., Понагайбо Н.Д. и Тюремнова С.И. провели почвенно – оценочные работы, по результатам составлены схематические почвенные карты шести уездов Тульской

губернии. В 1908 году В.В. Геммерлинг исследовал почвы Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции и охарактеризовал их, как «чернозем средней и слабой деградации в условиях плакорного расположения на положительных элементах микрорельефа». При почвенном обследовании территории Новосильского уезда в 1910 году, И.К. Фрейберг заложил несколько почвенных разрезов на опытном поле Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции. На основании морфологических признаков и анализов, почвенных образцов, проведенных в Тульской почвенной лаборатории, почвой участка опытной станции являлся тяжелый выщелоченный чернозем различной степени деградации. Выработанная для Орловской и Тульской губерний терминология почв по И.К. Фрейбергу и исследования по Орловской (карта и текст) и Тульской губерний (уездные карты), были использованы сотрудниками Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции при составлении в 1923 году схематической почвенной карты Северо-Черноземной области. Подробно почвенный покров стационарных полевых опытов был изучен в 1923 – 1925 годах ассистентами химического отдела. Исходя из морфологических описаний почвенных профилей, мощности генетических горизонтов и глубины вскипания и употреблявшейся терминологии (классификации) 20 – годов, почвы отнесли к выщелоченному чернозему, слабо, средне, сильно-деградированному чернозему, переходному от черноземов к лесным, темно-коричневой лесной земле, темно-серой лесной земле, серой лесной земле (С.А. Писарева, М.Н. Савельева, 1929). На основании полученных данных был разработан метод почвенного картографирования опытных участков путем большого количества, равномерно размещенных прикопок. С учетом полученных данных, в опытном деле необходимо учитывать пространственную изменчивость свойств почвы, оказывающей влияние на варьирование урожая возделываемых культур на опытных и контрольных делянках полевых опытов. В 1939 году генетико – морфологическое строение черноземов, минералогический, гранулометрический, валовый химический состав почв опытной станции изучены Просвириным Б.В. и Чижиковым П.Н. По данным большого цифрового материала средняя мощность горизонта А выщелоченного чернозема составила 48 см, с отклонениями в сторону уменьшения до 38 см и увеличения до 56 см, редко до 64 см. Средняя мощность горизонта В1 – 76 см, подгоризонта В2 – 100 см. Вскипание на глубине 95 см. Гранулометрический состав по Сабанину и Робинзону тяжелосуглинистый. В выщелоченном черноземе содержание кремнезема вниз по профилю уменьшалось. Количественно содержание кремнезема в нижней части профиля оподзоленного чернозема составило на глубине 140-150 см – 73%, выщелоченного чернозема на глубине 142-150 см – 70%. Распределение карбонатов в профиле выщелоченного чернозема являлось подтверждением процесса выщелачивания. П.Н. Чижиков почвы, определенные Писаревой С.А. и Савельевой М.Н., как лесные земли и темно коричневые лесные почвы отнес к черноземам оподзоленным. Более детальное обследование почв Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции в масштабе 1:10000 и опытных полей 1: 5000, составления почвенной карты, картограмм кислотности, обеспеченности подвижным фосфором и калием выполнены сотрудниками ВИУА В. А. Францесоном, А. Н. Майсуряном, В.С. Хруцким и Шатиловской СХОС – П.С. Колтаковой в 1959 году. В 1967 году П.Г. Адрихин и П.С. Колтакова, подробно изучили генетико-морфологические признаки, состав и свойства выщелоченного и оподзоленного черноземов опытной станции [1]. Значительной особенностью оподзоленного чернозема являлось накопление SiO_2 по профилю, и отсутствие карбонатов до глубины 300 см и более. Выщелоченный чернозем отличался более темной окраской гумусового горизонта, линии вскипания на пашне в перерывах разностях – 70 см. Выщелоченный и оподзоленный чернозем характеризовался благоприятными водно-физическими свойствами, имели высокое содержание гумуса и общего азота. Для обоих подтипов чернозема отмечено снижение содержания гумуса, азота и их запасов на пашне по сравнению с залежью. Более детальное почвенное обследование территории опытной станции с целью составления почвенной карты ОПХ «Моховое» в 1980 году провел Орловский филиал ЦЧО «Гипрозем» в масштабе 1:10000.

При реорганизации в 1912 году опытной станции в районную А.Н. Лебедев отмечал, что «исходя из задач опытной станции с неотъемлемой от таковой с селекционным отделом» на первое место был выдвинут почвенный фактор, представленный северной полосой чернозема и переходных к нему почв, с определенными метеорологическими и экономическими признаками» (А.Н. Лебедев, 1920).

Значительное развитие получили работы по изучению изменения плодородия почвы в естественных условиях, имевших целью установить те колебания в плодородии, которые наблюдаются по разным горизонтам. В вегетационных опытах сравнение плодородия почвы и подпочвы, на протяжении 20 лет показало, что плодородие верхних горизонтов значительно ниже плодородия пахотного. Дальнейшее изучение показало, что и во времени плодородие почвенного слоя не одинаково быстро изменяется, увеличиваясь в течение вегетационного периода, и при этом плодородие самого верхнего 5 см. слоя нарастает значительно быстрее плодородия нижележащих слоев. При обороте пласта накопленное плодородие верхнего запаханного слоя начинает уменьшаться, тогда как плодородие нижнего, ставшего теперь верхним горизонтом, наоборот быстро увеличивается. Результаты вегетационных опытов позволили определить явление значительного повышения плодородия почвы при ее высушивании на воздухе до воздушно – сухого состояния в слое почвы 20-60 см. Наибольшее повышение от высушивания показывали почвы, бывшие под многолетними травами или залежью. Повторное высушивание одного и того же образца почвы, с промежуточными увлажнениями сопровождалось дальнейшим повышением урожайности. Пересохшие на поверхности поля комочки обладают большим плодородием, чем лежащая рядом с ним сырая почва. В вытяжках из высушенной почвы повышается содержание аммиака и амидов, растворимого фосфора. Попытка расчленить факторы, вызывающие повышение плодородия при высушивании, показала, что главными действующими началами при этом являются отнятие воды и действие температуры. В естественных условиях высушивание почвы «играет крупную, доселе совершенно не освещенную роль во всех процессах поднятия почвенного плодородия, которого мы достигаем приемами механической обработки почвы» (А.Н. Лебедев, 1920).

Материалы исследований получили международную признательность и обсуждались на семи заседаниях Французской академии наук и Французской сельскохозяйственной академии в 1924 году. Последующими исследованиями было показано, что при быстром смачивании высушенной почвы происходит разрушение почвенных агрегатов. Благодаря обнажению новых внутренних поверхностей, в результате такой распаковки почвенных агрегатов, переходят в раствор соединения фосфора, и повышается плодородие почвы.

Первая работа на Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции, в которой изучалось варьирование почвенных свойств и урожая, была предпринята еще в 1897 году. В вегетационном опыте В.В. Винер, сравнил по плодородию шесть разновидностей чернозема с различным содержанием гумуса и гранулометрическим составом. Образцы являлись типичными представителями 6 разновидностей чернозема, встречавшихся в пределах Новосильского уезда, начиная с совершенно «светлых деградированных черноземов» в северо-западной части и кончая «тучным степным черноземом» возвышенной юго-восточной части, по которой проходит водораздельная гряда Окско-Донецкого бассейна. По его результатам наибольший урожай вико – овсяной смеси был получен на «плодородном тяжелосуглинистом черноземе» с участков опытной станции и Моховского имения. Подробная оценка пространственного изменения почвенных и агрохимических свойств перед закладкой полевых опытов с удобрениями была изучена на примере четырех полей известкового севооборота. При детальном обследовании участка выявились выраженные элементы микрорельефа (микропонижения, микроповышения), которые обусловили комплексный характер почвенного покрова. Обследование проводилось в масштабе 1:1000. Почвенные разрезы и скважины, заложенные на участке, вскрыли оподзоленный и выщелоченный чернозем, последний подразделили на слабо-, средне- и сильновыщелоченный чернозем.

В.Р. Вильямс и др., полагали, что водопроочная зернистая или ореховатая структура, многолетние травы способствуют получению высоких урожаев, препятствуют смыву почвы в результате эрозии. В связи с чем на протяжении длительного периода на опытной станции исследовалось влияние приемов обработки почвы, травопольных севооборотов, парозанимающих культур, многолетних трав и травосмесей, органических и минеральных удобрений на агрофизические и агрохимические свойства почв. Однако, значение трав в повышении плодородия почвы, ставилось под сомнение управляющим имения «Моховое» Ф.Х. Майером. В 1902 году В.В. Винером проведено сравнительное изучение агрофизических свойств чернозема Курдюевского поля в «Моховом», где с 1881 года высевался клевер и с опытного поля. Существенных изменений свойств почвы под влиянием 40 – летней клеверной культуры в данных исследованиях установлено не было. При сравнении севооборотов, было определено, что наибольшего распыления достигли поля 10 – польного севооборота с культурой картофеля и корнеплодов.

Вопросы изменения плодородия почвы включали исследования, имевшие целью установить те колебания в плодородии, которые наблюдаются по разным почвенным горизонтам. В 1897 году Г.Ф. Нефедовым в имении «Моховое» были заложены полевые опыты по оценке плодородия пахотного и подпахотного слоев чернозема в естественных условиях. С делянок послонно вынималась почва и образовавшиеся ямы заполнялись пахотным или подпахотными слоями. Результаты опытов свидетельствовали о лучшем развитии растений овса и гречихи с удвоенным пахотным горизонтом, чем на делянках с одним подпахотным горизонтом. В.В. Винер в вегетационных опытах установил, что в накоплении плодородия главная роль принадлежит верхним слоям. Из них исключительное значение принадлежит поверхностному слою 0-5 см.; значительно слабее роль 3 следующих слоев 5-10, 10-15 и 15-20 см. При запахивании верхнего горизонта накопившееся в нем плодородие быстро исчезает и процесс накопления вновь сосредоточивается в вывернутом наружу нижнем слое. Увеличение поверхности парующей почвы путем придания ей гребнистого строения увеличивало плодородие почвы. А.Н. Лебедевцевым показано, что во времени плодородие почвенного слоя не одинаково быстро изменяется, увеличиваясь в течение вегетационного периода, и при этом плодородие самого верхнего 5 см слоя нарастает значительно быстрее плодородия нижележащих слоев. При обороте пласта накопленное плодородие верхнего запаханного слоя начинает уменьшаться, тогда как плодородие нижнего, ставшего теперь верхним горизонтом, наоборот, быстро увеличивается. Полученные результаты имели важное практическое значение для выбора оптимальной глубины вспашки черноземов с оборотом пласта.

В практике агролесомелиорации известен опыт противоэрозионной организации территории, реализованный в имении Шатиловых «Моховое». Его основное звено включало посадки местных и интродуцированных пород, на склонах балок, оврагов, лощин различной крутизны. В дополнение к существующим старовозрастным ЗЛН с 1949 по 1952 гг. отделом агролесомелиорации Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции были заложены опытные полевозащитные лесополосы. В настоящее время лесной массив на неудобьях, представленный совокупностью 18 урочищ, полевозащитных лесополос, занимающий общую площадь 1082 га, получил название Шатиловского леса. Влиянию лесных насаждений Шатиловского леса на свойства почв посвящено большое количество исследований. В 1903 году В. В. Винером на Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции изучалось влияние 40-летних ЗЛН урочища Щигры на изменения свойств местного чернозема, температуру воздуха, влажность почвы и влагоемкость различных видов лесной подстилки. Наименьшей влагоемкостью подстилки характеризовались – дуб и береза; наибольшей – лиственница Сукачева и сосна веймутова. Максимальная прочность агрегатов, при мокром просеивании была отмечена под насаждениями березы бородавчатой. В.В. Винер отмечал, что «хозяйство, подчинившее свое лесоустройство требованиям полеводства, стремившееся путем лесных насаждений в виде живых изгородей обеспечить прилегающим полям более глубокий снежный покров, а, следовательно, и большой запас почвенной влаги. При первом взгляде на карту Моховских полей, бросается в глаза разбросанность посадок,

врезающихся узкими лентами вдоль балок и окаймляющих все ровные площади пахотной земли так, что периферия лесных опушек действительно достигает громадного протяжения и, несомненно, эти опушки (полосы) не могут не отражаться на урожайности полевых посевов» (В.В. Винер, 1905)

В 1905 году профессором М.Е. Ткаченко при содействии И.И. Шатилова были заложены пробные площади, на которых изучалось влияние искусственных насаждений Шатиловского леса (при селе Моховом) на свойства почв (М.Е. Ткаченко, 1908). Исследования изменений свойств почв под влиянием насаждений Шатиловского леса продолжены в 50-60 годы сотрудниками лаборатории лесоведения АН СССР С.В. Зонном, И.И. Розановой и Новосильской ЗАГЛОС Харитоновым Г.А. [2, 3]. Под хвойными насаждениями выщелоченные черноземы лесостепи не проявляли тенденции к ухудшению, их плодородие увеличивалось. В 1954-1955 гг. в старовозрастных ЗЛН и в опытных лесополосах научными сотрудниками Шатиловской СХОС на пробных площадях проводились учеты естественного семенного возобновления, динамика роста отдельных пород, подроста и подлеска, исследовалось влияние ЗЛН на свойства почв, параметры микроклимата и урожай зерновых культур и многолетних трав. Нами сопоставлялись изменения в свойствах почв, эрозионно-гидрологические показатели, параметры микроклимата, глубина снежного покрова на делянках стационарного полевого опыта, заложенного в 1899 году, прилегающих полях, Заколковского поля и однотипных участках почв под насаждениями Шатиловского леса и лесополосами опытной станции [4]. Старовозрастные ложинно-балочные насаждения лиственницы Сукачева соответствовали по назначению и конструкции в предупреждении развития водной эрозии и оказывали почвоулучшающее воздействие на агрофизические и агрохимические свойства выщелоченного чернозема. Наиболее существенное влияние ЗЛН на изменения элементов микроклимата, характер снега, влагораспределения, содержания макроэлементов и урожай культур отмечены в зоне 0,5Н высот насаждений [5].

Следует отметить, что теоретические и практические задачи почвоведения не являлись приоритетными в тематике НИР опытной станции, и сама возможность, объемы их проведения в различные периоды определялись экономическим развитием страны. По сравнению с предшествующими этапами, на состояние почвенных исследований негативно повлияло введение «рыночных отношений» совпавшее с переломным развитием страны. Своеобразие этого периода заключалось в отсутствии государственного финансирования, поэтому НИР включали почвенные обследования хозяйств Орловской и Курской областей, исследования изменения свойств почв под антропогенным и мелиоративным воздействием на объектах комплексного почвенного мониторинга (многолетней залежи, «Заколковского» поля, делянок стационарного полевого опыта, пробных площадях насаждений Шатиловского леса), пространственное варьирование агрохимических свойств и урожая зерновых культур в условиях неоднородности почвенного покрова стационарных полевых опытов [6]. Следует отметить, что по крайней мере, исследования А.Н. Лебеядцева проблем агрофизики почвы, связанных с ее высушиванием «как природного факта образования ее плодородия»; оценки пространственного варьирования почвенных свойств в пределах опытных полей; проблемных вопросов методики почвенной картографии, значения старовозрастных насаждений в предупреждении развития водной эрозии и почвоулучшающего воздействия на агрофизические и агрохимические свойства чернозема внесли вклад в историю почвоведения. Научные сотрудники опытной станции, несмотря на имеющиеся трудности и проблемы сохранили научные традиции исследований почв, заложенных несколькими поколениями ученых-почвоведов.

Литература

1. Адрихин П.Г., Колтакова П.С. Генетико-морфологические признаки, состав и свойства выщелоченного и оподзоленного чернозема Орловской областной сельскохозяйственной опытной станции. //Науч. тр. Орловской областной сельскохозяйственной опытной станции. Орел. – 1972. – С. 99-124.

2. Зонн С.В., Кузьмина Е.А. Влияние хвойных и лиственных пород на физические свойства и водный режим выщелоченных черноземов. Труды лаб. лесоведения АН СССР. – М.: – 1960. – С. 145-201.
3. Розанова И.М. Круговорот зольных веществ и изменение физико-химических свойств выщелоченных черноземов под хвойными и широколиственными насаждениями. Труды лаб. лесоведения АН СССР. – М.: – 1960, Т. 1. – С. 5-60.
4. Небытов В.Г. Изменение свойств чернозема выщелоченного тяжелосуглинистого под влиянием длительного сельскохозяйственного использования и защитного лесоразведения. // Почвоведение. – 2005. – №6. – С. 741-749.
5. Небытов В.Г., Артюхова Е.А. Полезащитная эффективность старовозрастных ложинно-балочных насаждений и лесных полос. // Земледелие. – 2011. – №4. – С. 28-33.
6. Небытов В.Г. Пространственное варьирование агрохимических свойств и урожая зерновых культур в условиях неоднородности почвенного покрова стационарных полевых опытов. // Аграрная Россия. – 2016. – №10. – С. 13-19.

References

1. Aderikhin P.G., Koltakova P.S. Genetic and morphological characteristics, composition, and properties of leached and podzolized chernozem of the Orel Regional Agricultural Experimental Station. Proc. of Orel Regional Agricultural Experimental Station. Orel, 1972, pp. 99-124. (in Russian)
2. Zonn S.V., Kuz'mina E.A. The influence of coniferous and deciduous species on the physical properties and water regime of leached chernozems. Proc. of the Forestry Lab. of the USSR Academy of Sciences. Moscow, 1960, pp. 145 - 201. (in Russian)
3. Rozanova I.M. The circulation of ash substances and changes in the physicochemical properties of leached chernozems under coniferous and broad-leaved plantations: Proc. of the Forestry Lab. of the USSR Academy of Sciences. Moscow, 1960, Vol. 1, pp. 5 - 60. (in Russian)
4. Nebytov V.G. Changes in the properties of leached heavy loamy chernozem under the influence of long-term agricultural use and protective afforestation. *Pochvovedenie*, 2005, no.6, pp. 741 - 749. (in Russian)
5. Nebytov V.G., Artyukhova E.A. Field-protective efficiency of old-growth hollow-ravine plantations and forest belts. *Zemledelie*, 2011, no.4, pp. 28-33. (in Russian)
6. Nebytov V.G. Spatial variation of agrochemical properties and yield of grain crops under conditions of heterogeneity of the soil cover of stationary field experiments. *Agrarnaya Rossiya*. 2016, no.10, pp. 13-19. (in Russian)

ПРОСО: ИСТОРИЯ И НАЧАЛО НАУЧНОЙ СЕЛЕКЦИИ НА ШАТИЛОВСКОЙ СХОС

С.Д. ВИЛЮНОВ, старший научный сотрудник, ORCID ID: 0000-0002-7373-5951

И.Н. ИЛЬИЧЕВА, аспирант, ORCID ID: 0009-0004-1338-0249, E-mail: vniizbk@mail.ru

ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

«Ласточки прилетели – пора сеять просо»

Крестьянская мудрость

Аннотация. Авторами статьи в экономико-историческом разрезе описывается распространение проса в России и мире. Обращается внимание на первоначальную роль Шатиловской СХОС в становлении научного подхода к возделыванию проса посевного. Анализируется эволюция научных методов селекции на фоне создания адаптивных и высокоурожайных сортов для условий северного ареала прососеяния. В статье приводятся основные селекционные достижения Федерального научного центра зернобобовых и крупяных культур, при создании которых целенаправленно уделялось внимание не только периоду вегетации и продуктивности, но и технологичности, крупности зерна, качеству и выходу крупы. Описывается историческая причина и разные подходы в селекции новых сортов проса на генетическую (гены *Sp*) расоспецифическую устойчивость к пыльной головне, включая мульти(много)линейные сорта.

Ключевые слова: история проса, селекция проса, просовидные, гены устойчивости, мультилинейный сорт, северный ареал, качество крупы, пшено.

Для цитирования: Вилюнов С.Д., Ильичева И.Н. Просо: история и начало научной селекции на Шатиловской СХОС. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2026. № 2 (58):19-29. DOI: 10.24412/2309-348X-2026-2-19-29

MILLET: HISTORY AND THE BEGINNING OF SCIENTIFIC BREEDING AT THE SHATILOVSKAYA AGRICULTURAL EXPERIMENTAL STATION

S.D. Vilyunov, I.N. Il'icheva

FSBSI FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS

Abstract. The authors of the article describe the spread of millet in Russia and the world from an economic and historical perspective. Attention is drawn to the initial role of Shatilovo Agricultural Experimental Station in the development of a scientific approach to the cultivation of common millet. The evolution of scientific breeding methods is analyzed against the background of the creation of adaptive and high-yielding varieties for the conditions of the northern area of sowing. The article presents the main achievements of FSC of Legumes and Groat Crops breeding, during the creation of which special attention was paid not only to the growing season and productivity, but also to technological effectiveness, grain size, as well as the quality and yield of cereals. The historical reason and different approaches to breeding new millet varieties for genetic (*Sp* genes) race-specific resistance to loose smut, including multi-linear varieties, are described.

Keywords: history of millet, millet breeding, millet-like plants, resistance genes, multiline variety, northern range, cereal quality, millet.

«Просо» или «Millet» – это общий термин, используемый для обозначения широкого спектра злаков, которые дают мелкие зерна (семена) из естественного разнообразия видов травянистых растений с типом фотосинтеза C4, типичным для растений произрастающих в условиях высокой температуры и интенсивного солнечного света. Непосредственно в России распространен такой вид просяных, как просо обыкновенное (рис. 1 А), или просо посевное (*Panicum miliaceum* L.). В целом посевы просовидных, в том числе просо посевное, характерны для теплых и умеренных районов нашей страны, включая Орловскую область, юг Сибири и Урала. Более скороспелые сорта культур (срок вегетации 60-70 дней) высевают в северной части зоны прососеяния, среднеспелые и позднеспелые (со сроком вегетации 70-90 и 90-120 дней) – в южной ее части. Агротехника распространена в странах СНГ, возделывается и в странах Европы.



А



Б



В



Г

Рис. 1. Просовидные культуры селекции ФНЦ ЗБК на опытных делянках, 21.08.2025 г. А – сорт проса посевного Благодатное; Б – сорт чумизы Стрела; В – селекционная линия чумизы пальчатой формы (отбор из сорта Витал); Г – селекционная линия проса африканского (отбор из сорта Согур)

По данным авторов Li и Wu (1996) в Китае просо посевное возделывается уже около 8 700 лет, одновременно являясь одной из главных продовольственных культур для областей засушливого севера страны. Более древней культурой является только просо итальянское (*Setaria italica* L.), известное в России как чумиза (китайское 小米子 – «иероглифы: маленький, рис, ребёнок», xiǎomǐzi, сяомицзы) или могар «щетинник итальянский» (рис. 1-Б, В). По данным Yang (2012) его история насчитывает более 11 500 лет. Самое большое разнообразие разновидностей проса обнаружено в северном Китае и смежных с ним Маньчжурии, Монголии и Юго-Восточном Казахстане. Другой вид проса, известного в России как «Просо Африканское» (рис. 1-Г) *Pennisetum glaucum*, оно же «Жемчужное просо» *Pearl millet* или «Перистощетинник американский» *Cenchrus americanus* L. [1] имеет другой центр происхождения из Западной Сахары, соответствующий сегодня северной части Мали и Мавритании, где оно возделывалось ещё 4 900 лет назад [2].

Вид *Panicum miliaceum*, происхождение которого, согласно Н.И. Вавилова (1965 г.), отмечается из Восточной и Центральной Азии (восточноазиатский центр земледелия), исторически распространён в России. По данным В.Н. Лысова (1968 г.), этот вид еще в неолитическую эпоху распространился от Китая до стран западной Европы. В результате северная граница прососеяния доходила до 55...56 параллели. Культура является ровесницей древней культуре – пшенице, и как свидетельствуют китайские летописи и лингвистические материалы, можно уверенно сказать, что первые посевы проса насчитывают не менее 4...5 тысяч лет. Другим древним центром распространения культуры является Индия. Откуда в первом тысячелетии до нашей эры просо попало в древний Иран, а затем в Армению и Грузию, и греки-торговцы завезли его в Южную Италию и Сицилию.

Тепло – своеобразное преимущество и уязвимость этой культуры. Просо теплолюбивей других злаковых, его всходы развиваются при 10...12°C, в то время, когда у яровой пшеницы при 6...8°C. Заморозки на почве до -3°C губят посевы проса, а при 1...2°C наблюдается полное замирание развития, и так на всех стадиях роста культуры. А вот высокие температуры просу не страшны. Культура может двое суток выносить 38...40°C, тогда как в растениях пшеницы, в таких же стрессовых условиях, уже через 10...17 часов наступают необратимые негативные изменения, у овса даже через 4...5 часов. Просо хорошо переносит засуху, потому что его корни очень эффективно всасывают влагу из почвы и способны добыть воду там, где многие другие растения бессильны это сделать. Строение устьиц, через которые растение испаряет влагу, позволяет культуре расходовать эту воду медленней пшеницы в 2 раза, ржи – в 3, а овса – в 4 раза. Если озимая рожь довольствуется среднегодовой суммой температур в 1000°C, яровая пшеница – примерно 2000°C, овес – 2100°C, то для проса уже необходимо 2300°C. Пшено, получаемое из зерна проса, является безглютеновым продуктом и богато различными микроэлементами. В продуктах на основе пшена гораздо больше фосфора, его здесь в 1,5-1,8 раза больше, чем в мясе, а фосфор крайне важен для обмена веществ и работы мозга. Ещё пшено богато цинком, йодом, калием, натрием, магнием и бромом. Витамины В1 и В2 так же щедро представлены в крупе просо, их тут в два раза больше, чем в большинстве злаков. Вдвое больше и фолиевой кислоты, чем в пшенице, ржи или кукурузе [3].

Европа, в бронзовом веке, возделывала просо от Венгрии до Швейцарии. Древние историки Гесиод, Страбон и Полибий свидетельствуют о распространении культуры в Европе – от Черного моря до Бискайского залива. У древних народов Европы (кельты, иберийцы, галлы, фракийцы, скифы, сарматы), просо было основной культурой и, вероятно, проникло с кочевыми народами из Азии. Пшено также было главным хлебом славянских племён. По данным Николай Яковлевича Аристова (1866) в Ипатьевской летописи описывается то, что во времена ига, монголы предпочитали просо всякой другой растительной пище и принуждали местное население производить его посевы для уплаты дани. *Panicum miliaceum* выращивалось по всему известному миру, и было основной пищей простого народа. Луций Юний Модерат Колумелла, римский автор трактата «О сельском хозяйстве» (около 42 г. н.э.) упоминает название проса как «паникум милум», от слов «*panis*»

– хлеб, «*milium*» – пшено и «*molendum*» – размалывать. Римляне действительно перемалывали просо в муку и пекли из него хлеб. На территории Древней Руси, также перемалывали просо в муку или дробили, для получения крупы, применяли для выпечки, особенно в северных регионах, где пшеница была редкостью. Об этом, в частности, свидетельствует упоминание проса в «Русской Правде» – древнем своде законов сохранявший своё значение с 1016 года до XVI века.

В Северную Америку сортовой материал проса посевного был завезен исключительно из России и во многих местах там сохранилось русское название – «*proso*». Его системный ввоз в Америку открыл Н. Хансен (N. Hansen) с Красного кормового (1898 г.) и Белого сибирского (1913 г.). Его поддержал М. Карлтон (M. Carleton) в 1899...1900 гг. вывезя сорта Уральского, Тамбовского «Красное русское», Оренбургского, Воронежского и Сарептского (Волгоградская область) происхождения. Далее Е.А. Бесси (E.A. Bessey) в 1903 г. завез сорт народной селекции Тургайское, который оказался самым урожайным в Колорадо, обоих Дакотах и Вайоминге.

Чтобы оценить значимость культуры в истории России надо обратиться к историческому контексту в экономике культуры, взглянув на несколько веков назад. Согласно первой всеобщей переписи населения Российской империи (декабрь 1896...январь 1897 гг.), просо главным образом сеяли в юго-восточных губерниях России и степях современного северного Казахстана. К концу XVIII века посевные площади проса в Российской империи составляли около 250 тыс. гектаров, а к началу XX века до 6 млн. га (в дореволюционном 1913 г. посева проса снизились до 3,5 млн. га). Урожайность его была невысокой, а потому пшено считалось самой дорогой и востребованной крупой на русском рынке (Рубинштейн Н.А., 1957, цит. по Корнилову А.А., 1960). До промышленной революции одно крестьянское хозяйство могло засеять просом от 100 (109 га) до 200 десятин. По данным земельной переписи 1877 года средние крестьянские наделы равнялись 13,2 десятины на двор в европейской части страны, но могли достигать и более 100 в степных регионах. Десятина известна с XIV века, первоначально применяли «круглую» десятину – квадрат со стороной, равной «десятой» доле версты (50 сажен) или десятой доли крестьянского среднего надела. Одна десятина могла кормить целую семью не один месяц и средняя доходность от одной пахотной десятины составляла 12 руб. 20 коп., сенокосной – 5 руб. 80 коп., при подушной подати для государственных крестьян (1818 г.) в 3 руб. 30 коп., за каждую ревизскую душу [4]. В 1866 году Н.Я. Аристов в книге «Промышленность древней Руси», приводит данные о Новгородских ценах в голодные 1128 и 1228 годы: кадь (839,69 литра или 229,32 кг) ржи и овса стоила 3 гривны, пшеницы 5 гривен, пшеница 7 гривен. Одна новгородская гривна весила 204 граммов серебра или примерно оценивалась в 2,5 рубля серебром. Цены за кадь ржи, пшеницы и проса, но уже в сильный голод 1230 года, доходили до 13, 40 и 50 гривен, соответственно. В самые благоприятные «дешевые» годы соотношение цен сохранялось, но при этом, когда кадь ржи, овса стоила 2,5 рубля (1 гривна), цена на просо доходило до 6 рублей серебром. В книге (1820 г.) Иоганна Филиппа Кильбургера «Краткое известие о русской торговле, каким образом она производилась через Россию в 1674 году», указаны сопоставимые цены Москвы за одну четверть (1/4 кадки 209,91 л): пшено – 1 руб. 60 коп., гречневая крупа – 1 руб. 20 коп., рожь – 60-70 коп., овёс – 32 коп. Все авторы указывают, что пшено расценивалось выше всякого другого хлеба и только распространение других культур снизило спрос на просо. Ими отмечается что только к 1737 году цена на пшено стала немного уступать цене пшеницы. В Европе, по данным немецкого учёного в области сельского хозяйства Йозефа Беккер-Диллингена (J. Becker-Dillingen, 1927), значение проса в европейских странах также стало уменьшаться с 16-17 вв., вытесняясь в южных странах кукурузой, а в северных – картофелем, овсом и гречихой. Другой автор, исследователь русского права и хозяйства Иван Дмитриевич Беляев (1850 г.) проведя систематические исследования русской истории крестьян со времён Киевской Руси до XVIII века, также отметил, что в феодальный период значение проса снизилось из-за возросшей роли других зерновых культур: пшеницы, ржи, овса, полбы, ячменя, гороха и чечевицы. Подводя итог по экономике культуры – до 18 века просо было самым дорогим

злаком и в дореволюционной России под просом находилось около 3 процентов всех посевных площадей [5].

В первые годы советской власти в связи с хозяйственной разрухой, вызванной войнами, засухами, частичной гибелью хлебов, значение проса сильно возросло. За годы Советской власти посевы под этой культурой значительно увеличились: если в 1913 году в России просом было занято 3,5 млн. га, то в 1932-1934 гг. уже превышали 7-8 млн. га, а в предвоенный, 1940 г. – 5,9 млн. га. Культура считалась стратегической, и это сыграло не последнюю роль в победах страны на полях сражений Великой Отечественной войны (рис. 2), составляя 30...40% рациона солдат Красной армии.

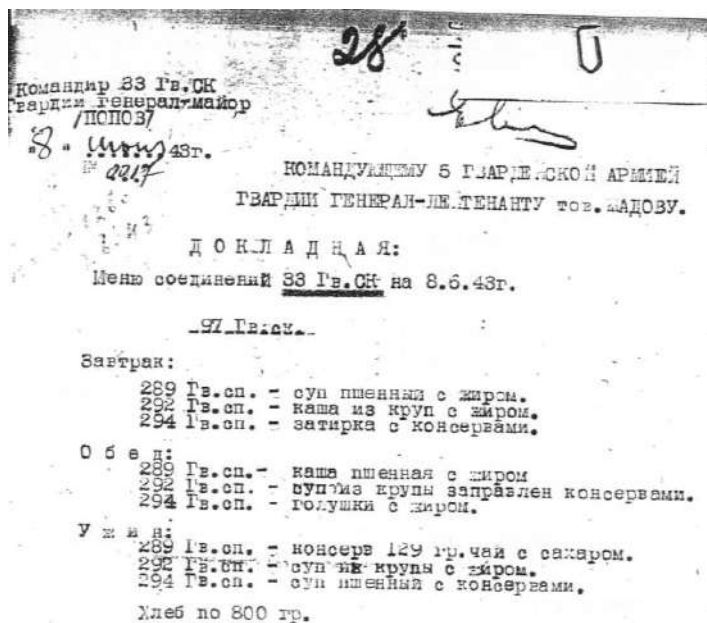


Рис. 2. Меню советских солдат, одержавших победу в ключевом сражении Великой Отечественной войны на Орловско-Курском направлении (операция вермахта «Цитадель») от 8.06.1943 года, Государственный военно-исторический музей-заповедник «Прохоровское поле»

В настоящее время потребление этой культуры в России значительно упало: в 2025 году с 248,1 тыс. га (0,31% от всей посевной площади) получено всего 306,6 тыс. тонн зерна проса и, соответственно, произведено 123,1 тыс. тонн пшена. Но, несмотря на то, что внутреннее потребление крупы в 2025 году составило всего лишь 88,1 тыс. тонн, – возделывание проса остается актуальным и прибыльным, так как это экспортная культура, в этом же году на экспорт поставили 28% от всего произведенного пшена (35 тыс. тонн). Спрос на пшено на мировых рынках не падает, а ежегодно растёт, стимулируя его производство [6]. По данным ФАО просяные и сорго являются четвертой по значимости продовольственными культурами в мире, после пшеницы, кукурузы и риса, опережая ячмень, овес и рожь [7]. Объем мирового рынка проса оценивался в 15,3 млрд. долларов США в 2024 году, а к 2034 году ожидается достижение 23,4 млрд. долларов США, а среднегодовой темп роста составит 4,4%. При этом, на просо Африканское приходилось около 52% этого объёма, на просо итальянское (чумиза, могар) – 18%, на просо посевное – 14% [8]. Рост российского экспорта проса обеспечен, главным образом, за счет поставок в Китай и страны ближнего Востока, где основные экспортеры Иран, Катар и Турция.

Научный подход к агротехнике и селекции этой культуры в России и мире берет свое начало на Шатиловской СХОС. Сорты проса посевного Шатиловское 22 и Шатиловское 42 (Д.И. Введенский, 1925 г.), Бронзовое 22 (Г.А. Закладный, 1941 г.), Шатиловское 2 (Г.А. Закладный, 1950 г.), Шатиловское 144 и особенно Шатиловское 624 (Г.А. Закладный, 1940 г.), навсегда вошли в историю селекции этой культуры [9].

По материалам первопроходцев русского сельскохозяйственного опытного дела и непосредственных жителей Шатиловской СХОС Владимира Владимировича Винера (1909 г.) и Петра Ивановича Лисицына (1915 г.) – первые испытания ряда местных сортообразцов проса в России были проведены в 1902...1904 гг. на Шатиловской опытной станции, организованной в 1896 году. Это подтверждает и основатель Саратовской школы просоводства Борис Михайлович Арнольд, отмечая вклад Шатиловских ученых. Его урожайный сорт проса Саратовское 853 для юга России, полученный в 1916 году, занимал в довоенные годы до 70% посевных площадей в южных регионах СССР, но его превзошел только сорт Шатиловское 624, дающий до 62 центнеров.

По научным отчетам А.Н. Лебедевцева и П.И. Лисицына (1910), в начале XX века, на Шатиловской СХОС проводилось испытание на делянках площадью 3 м² с посевом в 3 срока. Испытывались сначала два сорта различного морфотипа: Красного комового и Красного метельчатого, а затем к ним добавились Белое местное и сорт Богородицкого опытного поля. Изучались показатели: общий вес урожая; вес зерна и соломы; отношение зерна к общему весу; сухой вес 100 растений и 100 метелок; число метелок на 100 растений. Сравнивая между собой сорта, отмечено, что Красное метельчатое просо дало лучшие урожаи зерна в 1903, 1905 гг. и особенно в 1907 г. – 83 г/м² зерна и 156 г/м² соломы, превысив Красное комовое почти в 3 раза по урожаю зерна. В благоприятном 1906 г. лучший урожай зерна был у Красного комового – 82 г/м², а в крайне неблагоприятном 1908 г. у Белого местного – 64 г/м², что почти в 2 раза больше, чем у Красного комового и Красного метельчатого. Соотношение зерна к соломе при испытании в эти годы составляло 17...34%, что характерно для современных сортов кормового направления. Низкий уровень урожайности связан с неблагоприятными для культуры условиями произрастания (неудобренные делянки, неоптимальные сроки посева и т.п.). Также задачей начального этапа научной работы с просом было выведение отдельных чистых форм, приспособленных к условиям того района, в котором возделывается, и дающих стабильную урожайность при резких колебаниях внешних условий. В результате за 1912...1914 годы, было проведено изучение цветения культуры, отмечены изменения основных признаков под воздействием внешних условий. Были заложены основы отбора из местных популяций высокопродуктивных форм проса однородных по фенотипу и качеству пшена, выделены высокоурожайные сортообразцы различных разновидностей: *subflavum* – развесистое желтое, *coccineum* – развесистое красное, *sanguineum* – пониклое сжатое красное и *dacicum* – красное развесистое.

Материалы доклада П.И. Лисицына на заседании правительства легли в основу Декрета о семеноводстве, подписанного председателем Совета Труда и Обороне В.И. Лениным 13 июня 1921 г. А в 1922 году Совет труда и обороны утвердил его проект и «Положение о Шатиловской госсемкультуре» по организации семеноводства. Шатгоссемкультура располагалась в зоне обслуживания Шатиловской областной опытной станции. По его данным (1927 г.), на Шатиловской СХОС в 1920 г. Дмитрием Ивановичем Введенским был выделен, как чистая линия, сорт проса селекционный № 042, разновидности *subluteum* (*subaureum*). Сорт превышал по урожайности местные сорта, в среднем за 5 лет на 6 ц/га при урожайности 20 ц/га, имел вегетационный период 80...90 дней, массу 1000 зерен 5,7 г. Им так же были отобраны в результате естественной гибридизации сорта селекционный № 022 (*sanguineum*) и Гибрид 526.247.22 (*coccineum*).

В книгах известного писателя, сценариста, драматурга и агронома-селекционера Гавриила Николаевича Троепольского (1951), являющегося автором 8 сортов проса (сорт Острогжское 9 был районирован), упоминается, что с 1918 по 1928 год всеми станциями СССР было выведено около сорока сортов проса. Все станции работали на базе местного материала методом индивидуального отбора. И затем, когда местный материал был в основном использован, большинство научно-исследовательских учреждений, работающих с просом, прекратили работу с этой культурой. Первые попытки использования индивидуального отбора в селекции проса из местного и, особенно, инорайонного материала без учета экологического типа растения оказались неэффективными. По данным И.В.

Яшовского (1987) это было связано с отсутствием в популяциях местных сортов таких форм, которые существенно превосходили бы ранее уже выделенные потомства. Но в тоже время примером применения народной селекции, основанной на тщательном многократном индивидуальном отборе, являются работы всемирно известного актюбинского просовода Чиганака Берсиева, установившего в течение 1937-1944 годов несколько мировых достижений в выращивании проса на орошении, на сортах Уильское местное белое и Берсиевское просо.

Несмотря на большую давность этой культуры и большое количество селекционных и местных сортов, просо только в 1930 году вошло в государственную сеть сортоиспытания. Было предложено три основные группы сортов (развесистое, пониклое или сжатое, комовое) для использования в различных регионах России. Указывалось, что правильный выбор разновидностей проса должен соответствовать природно-климатическим условиям произрастания. Обратили внимание на проведение апробации сортов проса с целью выявления чистосортности посевов культуры, т.к. до 1937 года апробация проса не проводилась

В 1938 году после специального постановления СНК СССР и ЦК ВКП(б) «Об организации посевов проса чистосортными семенами и об улучшении семеноводства по просу» (от 16/1 1937 г.) и опубликования ряда работ Т.Д. Лысенко были возобновлены работы по «воспитанию» проса на многих станциях. Одним из пунктов постановления было расширение в 1937 году сортовых посевов проса на площади 1 миллион гектаров вместо 240 тысяч гектаров в 1936 году, и запрет, начиная с 1938 года, посева проса не сортовыми семенами.

В условиях Шатиловской опытной станции накануне Великой Отечественной войны были начаты и продолжены в послевоенные годы опыты по переделке природы проса. В Орловской области использовалось направленное «воспитание» на фоне высокой агротехники, ориентированное на улучшение элитных семян районированных сортов. Сочетание его с непрерывно улучшающим посемейным отбором, позволило получать большие прибавки урожая семян до 9% по сортам Саратовское 742 и Красное Тойденское 215, а по сорту Подольское 24/273 – до 11...13%, в сравнении с семенами других репродукций, выращенных на тех же сортоучастках. В результате отбора потомств с различным вегетационным периодом были получены скороспелые холодовыносливые сорта Шатиловское 624 и Шатиловское 144. Эта работа велась на Шатиловской СХОС группой под руководством Заслуженного агронома РСФСР Григория Александровича Закладного. Он также уделял большое внимание, в этот период, изучению и пропаганде агротехники возделывания проса.

В сентябре 1960 года приказами МСХ СССР № 168 от 3.09.1960 г. и ВАСХНИЛ № 175 от 22.09.1960 г. Орловская опытная станция по конопле была преобразована во Всесоюзную селекционно-опытную станцию крупяных и зернобобовых культур и селекционно-семеноводческая работа по просу продолжилась. В 1970 году, уже во ВНИИЗБК, Г.А. Закладным, совместно с Т.И. Цукановой и Е.Ф. Ильиной, методом индивидуального отбора из сорта Шатиловское 624, был создан сорт Орловское 92 (*subcoccineum*), районированный в 1973 году. С 1974 года во ВНИИЗБК селекцию проса продолжили Владимир Петрович и Людмила Александровна Вельсовские. В 1987 году к селекционерам просовикам присоединился старший научный сотрудник, выпускник Тимирязевской сельскохозяйственной академии, Владимир Сергеевич Сидоренко. Он в кратчайшие сроки добился существенного повышения генетического уровня селекционного процесса и в 1996 году возглавил эту работу [10].

Благодаря значительному росту эффективности селекции в 1980-х годах на Госсортоиспытание из ВНИИЗБК поступили перспективные сорта проса кормового и крупяного направления: Орловский карлик, Орловское 82, Быстрое, Пожнивное, Вольное, Благодатное. Все они отличались высокой адаптивностью к непростым погодным условиям северных регионов возделывания. Раннеспелый сорт Быстрое за несколько лет стал эталоном

урожайности и качества зерна вдоль всей северной границы зоны прососеяния – от Белоруссии до Восточной Сибири.

Важное место в работе заняла селекция на крупнозёрность. За четверть века селекционеры ВНИИЗБК добились значительного прогресса по этому признаку. Благодаря использованию трансгрессий при скрещивании удалось увеличить массу 1000 зёрен с 7 г. у прежних сортов, до 12-13 г. у новых форм. Этот признак наследуется по аддитивному типу – чем больше крупнозёрных генов в генотипе, тем крупнее зерно. Сорт проса Крупноскорое (1991) имеет массу 1000 зёрен 9 г. и опроверг представление о невозможности сочетания раннеспелости и крупнозёрности. Сорт с 1994 года остается самым крупнозёрным сортом в Государственном реестре селекционных достижений РФ.

Отдельной проблемой в селекции проса была удлиненная форма зерна, что создавало технологические сложности при обрушивании (по отзывам переработчиков). Для ученых ВНИИЗБК это послужило стимулом к селекции по этому признаку и в 2001 году на Госсртыспытание был передан сорт Крупноскорое 2 с оптимизированной, более округлой формой зерна.

Другим отдельным направлением селекции культуры стало изучение закономерностей в системной устойчивости проса к головне. Этот наиболее вредоносный узкоспециализированный патоген культуры *Sphacelotheca panici miliacei* (Pers) Vub или по современной номенклатуре *Sporisorium destruens* (Schlecht) Yanky, способен полностью уничтожить урожай проса в поле. Хотя первые исследования устойчивости датируются 1938 годом (выделение формы № 1843/ВИР 8763), эта тема не теряет актуальности и в наши дни. Первые районированные сорта проса, иммунные к головне, были получены методом простых скрещиваний и многократного индивидуального отбора на инфекционных фонах местных популяций патогена – это Веселоподолянское 632, Саратовское 2, Саратовское 3. Донором устойчивости был образец ВНИС 29 (к.8985). Начиная с 1957 года наиболее полное изучение устойчивости проса к головне было проведено в НИИСХ Юго-Востока. По данным В.А. Ильина и Н.П. Тихонова (1989 г., 1994 г.) идентифицировано на вирулентность 17 рас и патотипов головни, выявлено 7 генов устойчивости проса к ней, но широко распространенные только расы – 1, 2, 5, 8 и 9, остальные патотипы (3, 4А, 6, 7, 7А, 10, 11 и 12) встречаются редко [11].

Защищенные от заболевания эффективными генами, устойчивые сорта долгое время сохраняют иммунитет к заболеванию местной расой головни, но изменение фитопатологической обстановки и неизбежная потеря устойчивости за счет проникновения и возникновения новых рас – приводит к вспышкам эпифитотий. Так, в связи с возникновением и распространением в последней четверти XX века, расы 2 преобладающей устойчивостью гена *Sp 1* возникла необходимость в сортах с новым расоспецифическим иммунитетом, то есть наличием сортов с генами *Sp 2*, *Sp 3*, *Sp 4*, адаптированных к возделыванию в различных регионах прососеяния. Можно проследить, что существует прямая зависимость между уровнем заболевания и интенсификацией организационной и селекционной работы по внедрениям в производство сортов проса, полученным методом индивидуального отбора, при полном отказе от местных сортов-популяций. Так, в начале XX века, по данным Б.М. Арнольда (1916), фиксировалось мизерное проявление головни (иногда 1...2 соруса в посевах), но после 30 лет поражения посевов уже явно прослеживалась, к 1941...1945 годам её уровень уже достигал 1,25%. Ю.С. Леонтьева и Б.С. Герасимов в статье «Болезни и вредители проса. За высокие урожаи проса» (1962) отмечают, что в 1946...1951 гг. поражение головней было 0,58%, в 1956...1960 гг. достигало 1,77%, а в 1958...1959 годах в хозяйствах массово стали замечаться поражения на 40...50% и даже 80%. Проявление эпифитотий и нарастание головневых заболеваний происходило не только в России, но и по всему миру. Это фиксируется по началу роста внимания к этому заболеванию в первой половине XX века, расширению образцов хранения, документального упоминания о головне и спаду интереса после внедрения химического протравливания семян в последней четверти XX века [12].

Первый резистентный к головне сорт проса селекции ВНИИЗБК Орловский карлик был районирован в 1984 году. Для разработки темы по расоспецифической устойчивости культуры проса к головне, в 1989 г. от лаборатории иммунитета была направлена научный сотрудник Галина Петровна Жук. С этого времени селекция иммунных форм велась на инфекционных фонах дифференцирующих рас головни. Новые сорта проса Тонкопленчатое (1993), Доброе (1996), Надежное (1998), Дружное (1998) и другие передавались в ГСИ с характеристиками типа расоспецифического иммунитета к головне на основе идентификации *Sp*-генов. Эффективной расоспецифической устойчивостью к головне, в сочетании с высокой урожайностью, обладают и созданные в последние годы сорта Славянское, Союз, Спутник, Казачье. К исследованиям В.С. Сидоренко по иммунитету проса к головне в 1996 году подключился Вилунов Сергей Дмитриевич и на основе селекционного материала и накопленного опыта во ВНИИЗБК, впервые в истории селекции проса было проведено комплексное исследование системы «хозяин – патоген» для различных рас головни и смесей компонентов с разными генами устойчивости. На основе исследования был создан мультилинейный, универсальный по устойчивости к головне, сорт проса посевного Квартет (1998 г.). Композиция сорта, состоящего из 4 линий аналогов с разными генами устойчивости (*Sp1*, *Sp2*, *Sp3*, *Sp4*), была оптимизирована компьютерным алгоритмом. Сорт включен в Госреестр селекционных достижений РФ с 2001 года по Центрально-Черноземному, с 2002 года по Центральному регионам. Этот сорт в 2011 г. занимал в Центральной России около 20 тыс. га или 36% от посевной площади, занятой просом. Сорт Квартет прошел испытания в Германии, Италии и Швейцарии. Использование мультилинейного сорта в хозяйстве, в условиях пересева семенами своего производства и без протравливания – гарантирует стабильный урожай, рост полевой устойчивости к патогену и активное подавление местной популяции головни, за счет перестройки долей резистентных линий, при этом отсутствует эволюционное давление на патоген.

Другим результатом направленных генетических исследований на просе, стал уникальный тонкопленчатый (лептодермальный) сорт Альба (2008 г), с выходом крупы более 90% и внесенный в Госреестр с 2012 г. В сорте было реализовано то, что с толщиной плёнки зерна непосредственно связано повышение выхода пшена, а признак лептодермальности обусловлен наличием доминантного аллеля гена *Ld*, ингибирующий развитие слоёв клеток цветочных плёнок проса. В результате проведенных многолетних исследований в коллекционном питомнике ФНЦ ЗБК (до 2018 года ВНИИЗБК) имеются формы с пленчатостью от 20 до 4%, с различной окраской зерна и различным габитусом растений (рис. 3).



Рис. 3. Спектр окраски зерна проса селекции ФНЦ ЗБК, с различными показателями пленчатости

Одновременно с просом посевным коллектив занимался и другими просовидными культурами. В 1994 г. был внесен в Госреестр РФ сорт пайзы Удалая, дающий до 60 т/га ценного корма. С 1996 года немалая доля труда вложена Сергеем Олеговичем Гуринович в создание более скороспелых сортов для северного ареала возделывания проса африканского, пайзы, чумизы. К настоящему времени коллективом созданы новые сорта пайзы Красава (2006) и Удалая 2 (2007) с урожайностью семян до 3,5 т/га, чумизы Стрела (2000) и Оля (2009), могоар Атлант (2010), просо африканское Согур (2016), Гурсо (2021). Важное направление у просовидных культур – повышение крупности зерна и скороспелость. Новые сорта чумизы имеют массу 1000 зерен 3-3,5 г, а проса африканского 11,5-12,5 г, что превышает лучший гибрид индийской селекции Pusa 415 ($M_{1000} = 10,5-10,9$ г).

С 2001 г. научный и организационный потенциал лаборатории усилил Андрей Иванович Котляр, в сотрудничестве с лабораторией физиологии и биохимии растений, в лице Сергея Васильевича Бобкова, разрабатывались новые биотехнологические методы получения исходного материала (патент № 2199209 от 27.02.2003). Эта разработка легла в основу сорта проса посевного Регент (2011), устойчивого к полеганию, осыпанию и засухе, имеющего высокие технологические и кулинарные показатели, ценного по качеству крупы. А результаты работы Конова Сергея Александровича по изучению запасных белков проса и их аминокислотному составу биохимическими методами, реализовались в сорте Спутник (2009 г.), который является непревзойденным по качеству крупы и урожайности (87 ц/га на ГСУ в Нижегородской области).

Поддерживая традиции, заложенные на Шатиловской СХОС, ученые продолжают селекцию адаптивных сортов проса на устойчивость к болезням, технологичность, качество и продуктивность этой культуры. Сорта Спутник, Казачье (2011 г.) и Атлет (2024 г.) по продуктивности (до 7 т/га) и качеству пшена в северном ареале прососеяния являются наилучшими. Крупа всех новых сортов селекции ФНЦ ЗБК отличается высоким коэффициентом разваримости (от 5,5 до 7,0) и устойчивостью к меланозу не более 0,3% с максимальным качеством каши 5 баллов.

Литература

1. Гуринович С.О., Зотиков В.И., Сидоренко В.С. Просо африканское (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br) - новая культура в земледелии центральной России. // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2020. – № 2(34). – С. 64-70. – DOI 10.24411/2309-348X-2020-11171. – EDN NVTOD.
2. Burgarella C. et al. A western Sahara centre of domestication inferred from pearl millet genomes (англ.) // *Nature Ecology & Evolution*. – 2018. – Vol. 2. – P. 1377-1380. – DOI: 10.1038/s41559-018-0643-y
3. Елагин И.Н., Просо. // *Наука и жизнь*. – 1978. – № 8. – С. 33-39.
4. Бобровникова М.А., Проскурина О.В., Медведева Н.В. Особенности наделения крестьян землей в России в XIX - начале XX века. // *Аграрная история*. – 2024. – № 19. – С. 3-11. – DOI 10.5281/zenodo.12721280. – EDN FPCYWJ.
5. Неймышева А. Н. История возделывания проса на территории Российской Федерации. // *Научно-агрономический журнал*. – 2014. – № 2(95). – С. 39-41. – EDN WCJBSH.
6. <https://www.zol.ru/n/3f651> (дата обращения 30.03.2026)
7. Водяников В.Т., Азаби А.О.Ю, Боргуль С.В. Современное состояние и тенденции мирового производства зерна. // *Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина"*. – 2013. – № 3(59). – С. 90-95. – EDN TEFXSP.
8. <https://www.gminsights.com/ru/industry-analysis/millet-market> (дата обращения 30.03.2026)
9. Зарьянова З.А. Шатиловская сельскохозяйственная опытная станция в лицах и публикациях. – 2-е издание, переработанное и дополненное. – Орел: ОАО "Типография "Труд", 2013. – 592 с. – ISBN 978-5-89436-198-7. – EDN TVOKZZ.
10. Всероссийский научно-исследовательский институт зернобобовых и крупяных культур: история и современность / Под общей редакцией В.И. Зотикова. – Издание второе,

11. Вилунов С.Д. Исследование вклада горизонтальной устойчивости в вероятностной модели системы взаимодействий "хозяин-патоген" на основе восприимчивых к головне сортов. // *Аграрная наука*. – 2020. – № 11-12. – С. 97-100. – DOI 10.32634/0869-8155-2020-343-11-97-100. – EDN UFFZML.

12. Вилунов С.Д., Сидоренко В.С., Исторический обзор изучения головни и селекции проса посевного на устойчивость к заболеванию. // *Актуальные научные разработки для отрасли растениеводства: Материалы международных научно-практических конференций, Орёл, 29 июня – 03 2023 года*. – Орёл: ООО Полиграфическая фирма «Картуш», – 2023. – С. 205-216. – EDN YPNMJU.

References

1. Gurinovich S.O., Zotikov V.I., Sidorenko V.S. African millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br) is a new crop in agriculture in central Russia. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2020, no. 2(34), pp. 64-70, DOI 10.24411/2309-348X-2020-11171, EDN NVTOD. (In Russian)

2. Burgarella C. et al. A western Sahara centre of domestication inferred from pearl millet genomes (angl.). *Nature Ecology & Evolution*, 2018, Vol. 2, pp. 1377-1380. DOI:10.1038/s41559-018-0643-y

3. Elagin I.N. Millet. *Science and Life*, 1978, no. 8, pp. 33-39 (In Russian)

4. Bobrovnikova M.A., Proskurina O.V., Medvedeva N.V. Features of land allocation to peasants in Russia in the 19th - early 20th centuries. *Agrarnaya istoriya*, 2024, no. 19, pp. 3-11, DOI 10.5281/zenodo.12721280, EDN FPCYWJ. (In Russian)

5. Neimysheva A. N. History of millet cultivation in the Russian Federation. *Nauchno-agronomicheskii zhurnal*, 2014, no. 2(95), pp. 39-41, EDN WCJBSH. (In Russian)

6. <https://www.zol.ru/n/3f651> (accessed 30.03.2026)

7. Vodyannikov V.T., Azabi A.O.Yu, Borgul' S.V. Current state and trends of global grain production. *Vestnik FGOU VPO "Moskovskii gosudarstvennyi agroinzhenernyi universitet imeni V.P. Goryachkina"*, 2013, no. 3(59), pp. 90-95, EDN TEFXSP. (In Russian)

8. <https://www.gminsights.com/ru/industry-analysis/millet-market> (accessed 30.03.2025)

9. Zar'yanova Z.A. *Shatilovskaya Agricultural Experimental Station in Persons and Publications*, 2nd edition, Orel : OAO "Tipografiya "Trud", 2013, 592 p, ISBN 978-5-89436-198-7, EDN TVOKZZ. (In Russian)

10. Naumkina T.S., Sidorenko V.S., Fesenko A.N. [et al.] *All-Russian Research Institute of Legumes and Groat Crops: History and Present*. Second edition, revised and supplemented., Orel: VNII zernobobovykh i krupyanykh kul'tur, 2015, 394 p, ISBN 978-5-905402-04-3, EDN UFOTOH. (In Russian)

11. Vilyunov S.D. A study of the contribution of horizontal resistance in a probabilistic model of host-pathogen interactions based on smut-susceptible millet varieties. *Agrarnaya nauka*, 2020, no. 11-12, pp. 97-100, DOI 10.32634/0869-8155-2020-343-11-97-100, EDN UFFZML. (In Russian)

12. Vilyunov S.D., Sidorenko V.S. A Historical Review of Smut Research and Breeding for Resistance in Millet. *Current Research Developments for the Plant Industry: Proc. Int. Sci.&Pract. Conf.*, Orel, June 29-July 3, 2023, Orel: ООО Полиграфическая фирма «Картуш», 2023, pp. 205-216, EDN YPNMJU. (In Russian)

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ И НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО СЕЛЕКЦИИ ГОРОХА В ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

А.М. ЗАДОРИН, кандидат сельскохозяйственных наук,
ORCID ID: 0000-0003-1498-0882 E-mail: alex.zadorin@yandex.ru

ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

Аннотация. В статье представлены направления и результаты селекции гороха на зерно в ФНЦ ЗБК с момента становления и организационного развития отдела зернобобовых культур до настоящего времени. За 70-ти летнюю историю культура гороха пережила существенные преобразования. Архитектоника растений прошла через этапы эволюции, контролируемые волей тружеников-селекционеров, посвятивших свои жизни поиску и внедрению в генотип гороха новых рецессивных мутаций, приводивших к революционным прорывам в достижении селекционных целей. За весьма небольшой по меркам эволюции период более чем в 5 раз (с 1,5 до 7,8 т/га) повысилась продуктивность сортов и линий гороха. С внедрением в генотип гороха генов короткостебельности и детерминантности, решена проблема израстания и неравномерного созревания плодов. Благодаря появлению форм гороха с усатым и усатолисточковым типом листа во многом решена проблема полегаемости растений. Созданы конкурентоспособные высококачественные сорта зернофуражного и продовольственного направления, устойчивые к абиотическим и биотическим факторам среды. Разработаны диверсификационные направления использования гороха и созданы новые сорта амилозного гороха для глубокой переработки и зеленозерного – для консервирования сублимированного гороха.

Ключевые слова: горох, сорт, продуктивность, технологичность, качество, направление использования.

Для цитирования: Задорин А.М. Основные этапы и направления исследований по селекции гороха в ФНЦ зернобобовых и крупяных культур. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2026. № 2 (58): 30-38. DOI: 10.24412/2309-348X-2026-2-30-38

THE MAIN STAGES AND DIRECTIONS OF RESEARCH ON PEA BREEDING AT THE FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS

A.M. Zadorin

FSBSI FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS

Abstract. The article presents the trends and results of pea breeding for grain in the FSC of Legumes and Groat Crops from the establishment and organizational development of the legumes department to the present day. Over its 70-year history, pea cultivation has undergone significant transformations. Plant architecture has gone through stages of evolution, controlled by the will of hard-working breeders who dedicated their lives to searching for and introducing new recessive mutations into the pea genotype, leading to revolutionary breakthroughs in achieving breeding goals. Over a very short period by evolutionary standards, the productivity of pea varieties and lines has increased more than 5 times (from 1.5 to 7.8 t/ha). By introducing genes for short stems and determinacy into the pea genotype, the problem of uneven ripening and uneven growth of fruits has been solved. Thanks to the emergence of pea varieties with tendrils and tendril-leafed leaves, the problem of plant lodging has been largely solved. Competitive, high-quality varieties of grain feed and food products that are resistant to abiotic and biotic environmental factors have been developed. Diversification of pea use directions has been developed, and new varieties of amylose peas for deep processing and green grain peas for preserving freeze-dried peas have been created.

Keywords: peas, variety, productivity, technological effectiveness, quality, direction of use.

Истоки селекционной работы с горохом в ФНЦ ЗБК базировалась на традиционном длинностебельном листочковом морфотипе. В качестве генисточников использовали преимущественно материал Шатиловской и Горьковской сельскохозяйственных опытных станций, Башкирского НИИСХ. Первые успехи пришли не сразу. Полученные с использованием башкирских образцов сорта Сокол и Орлёнок, хотя и отличались хорошими продовольственными характеристиками, районированы не были. Такая же участь постигла и репринт шатиловского сорта Орловский – Орловский 2. Лишь в 1976 году Г.Б. Демиденко удалось создать первый районированный сорт института – Стрелецкий. Потенциальная урожайность семян у сортов созданных на основе длинностебельных листочковых форм, была невысокой, а реальная из-за полегания посевов находилась на уровне 1,5-2,0 т/га. Полегаемость стебля на протяжении длительного времени являлась существенным препятствием для широкого возделывания гороха как с точки зрения технологии уборки, так и для реализации биологического потенциала урожайности. В связи с этим велась интенсивная работа по поиску и созданию короткостебельных доноров неполегамости. Западноевропейские сорта Дукат, Раман, Рондо, выделенные от них мутанты и другие сортообразцы высотой 35-50 см, в наших условиях оказались бесперспективными из-за слишком короткого стебля. На базе полученной из лаборатории генетики и цитологии ФНЦ ЗБК линии ДВ-499 и многоплодной линии ОБЦ-817 из Башкирии были созданы адаптивные к условиям Центральной России доноры короткостебельности: многоплодные, листочковые, неосыпающиеся В-32 и В-34; усатые индетерминантные Ус-14, Ус-16, Ус-19 и усатый детерминантный (самарская модель) донор Ус-87-022. Практические результаты селекции продемонстрировали их высокую комбинационную способность [1].

Сестринские линии В-32 и В-34 в парных, насыщающих и сложно-ступенчатых скрещиваниях стали родоначальниками семи сортов: Орпела, Орловчанин, Орловчанин 2, Спрут 2, Батрак; Шустрик, Визир. С участием Ус-16 созданы сорта Орлус, Спрут 2, Батрак, Шустрик. Детерминант Ус-87-022 явился одним из родоначальников сортов Батрак и Мультик. В родословной короткостебельной усатой пелюшки Алла [(Норд х Тыркис) х (Нижегородец х Ус-14)] все родительские сорта, кроме Нижегородца, имеют укороченные междоузлия.

Результаты экспериментов подтвердили, что уменьшение высоты стебля за счет сокращения длины междоузлий и связанное с этим изменение механизма продукционных процессов является решающим фактором в селекции на высокую урожайность, сравнимым по своей значимости с созданием короткостебельных интенсивных сортов зерновых культур, давшим импульс для "зеленой революции". Первый отечественный сорт такого морфотипа Орловчанин, созданный методом индивидуального отбора из F₂ гибридной популяции Смарагд х В-34, районирован в 1991 г. В ареал его районирования вошли шесть регионов РФ.

Одним из важнейших признаков гороха, приведшим к созданию нового морфотипа, является редукция листочков в усики. Мутация усатости, или безлисточковости привлекла внимание селекционеров благодаря повышенной устойчивости усатых растений к полеганию.

Первые скрещивания *afila*-доноров проводили с листочковыми генотипами. Была установлена низкая генотипическая конкурентоспособность усатых растений в расщепляющихся популяциях, в которых до 20% усатых растений погибала или не образовывало семян. Вызревшие оказывались малопродуктивными из-за пониженного числа продуктивных узлов, бобов и семян на растении. Величина снижения настолько существенна, что не позволяла даже косвенно выявить потенциальные возможности генотипа. В связи с этим в ФНЦ ЗБК были разработаны "Методические рекомендации по отбору усатых генотипов гороха из гибридных популяций" (Титинок Т.С., Зеленов А.Н., 2000). Схема отбора элитных растений отличается от общепринятой тем, что в F₂ усатые и листочковые (гомо- и гетерозиготы) растения обмолачиваются отдельно. В усатых популяциях F₃ и, если представляется целесообразным, последующих поколений проводится отбор элитных растений. Семена от листочковых растений F₂ высеваются для дальнейшего размножения. Из популяции F₃ вновь отбираются усатые и обычные элитные

растения и проводится повторение изложенной схемы. Если же листочковые растения селекционера не интересуют, то в намеченных для отбора поколениях (F_3 и старше) гибридные популяции высеваются с загущенной в 4-5 раз нормой. По всходам удаляются все листочковые растения, а отбор элитных растений проводится среди усатых генотипов. Таким образом, нивелируется фактор конкуренции по типу листа и возрастает доля генотипической составляющей. Эффективность отбора при использовании методических рекомендаций увеличилась на 60%. С применением данной методики были выведены сорта Спрут, Спрут 2, Орлус, Батрак, Шустрик, Мультик.

Эффективным методом ускорения селекционного процесса в ФНЦ ЗБК стало использование сооружений искусственного климата. На основании данных, полученных в ходе экспериментов, проведенных в фитотронно-тепличном комплексе ФНЦ ЗБК, были разработаны методические рекомендации «Выращивание, оценка и отбор селекционного материала гороха в сооружениях искусственного климата» (Кондыков И.В., Гпврикова А.А., Зеленев А.Н., 1993). Продемонстрировано, что такие этапы селекции, как гибридизация, ускоренное размножение гибридов ранних поколений и ценных селекционных образцов, оценку и отбор генотипов в гибридных популяциях по ряду количественных и качественных признаков, сравнительную оценку перспективных линий можно успешно проводить в грунтовых теплицах, климатических камерах, на установках УВР при соответствующих режимах. Это позволяет существенно (на 3-4 года) сократить период выведения нового сорта гороха.

Создание короткостебельных сортов с усатыми листьями ознаменовал новый этап в культурной эволюции гороха. Он стал технологичным для возделывания. Благодаря подбору оптимальной генетической среды в результате нескольких циклов скрещиваний удалось погасить отрицательный эффект рецессивного гена *af*. Сорта нового поколения по урожайности семян не отличаются от листочковых, а нередко и превышают их [2].

Традиционный морфотип гороха унаследовал от своих предков адаптированный к кустарниковому фитоценозу нелимитированный рост стебля и способность формировать почти неограниченное число продуктивных узлов. В условиях достаточной влажности стебель израстает даже после образования бобов. В итоге растения полегают, ухудшаются условия для функционирования фотосинтетического аппарата, бобы созревают неравномерно, и урожайность снижается. Культурное растение должно обладать ограниченным (детерминантным) ростом. В этом плане наибольшую селекционную ценность представляет самарская модель детерминантности, обнаруженная А.Е. Зубовым в 1983 году. Отличительная особенность этой модели – постепенная редукция прилистников в зоне плодоношения. Мутант, обозначенный авторами БМ-2-2-239/1, формирует преимущественно 4 продуктивных узла. Апикальная часть стебля, по описанию оригинатора, оканчивается соцветием. Однако, проведенное в ФНЦ ЗБК тщательное изучение позволило выяснить, что у самарских детерминантов рядом с верхним соцветием расположена сильно редуцированная почка. Следовательно, действие гена *deh*, контролирующего эту модель, сводится к редукции прилистников в репродуктивной зоне, что усиливает так называемый физиологический тип детерминантности. Самарским типом детерминантности характеризовались сорта Батрак (Ус 87-022 х (Спрут 2 х Мутант П – 1)) и Орловчанин 2 (БМ – 2-2-239/1-3 х Орловчанин). Батрак – первый сорт, сочетающий детерминантный тип роста, усатый лист и неосыпающиеся семена, был допущен к использованию в 2003 году в восьми регионах Российской Федерации. Сорта Орловчанин 2 и Батрак обладают высокой устойчивостью к полеганию и поэтому пригодны к уборке прямым комбайнированием. Кроме этого, благодаря ограниченному числу потребителей азота, белок в семенах накапливается равномерно по продуктивным узлам растений, и они выделяются по этому показателю [3].

В селекции гороха на адаптивность к абиотическим и биотическим стрессорам важная роль отводится пелюшкам. С антоциановой пигментацией связана устойчивость к пониженным температурам, некоторым болезням и вредителям. Исследования, проведенные в ФНЦ ЗБК продемонстрировали высокие кормовые достоинства не только зеленой массы,

но и зерна пелюшек. Установлено также, что перенос генов короткостебельности в генотипы пелюшек приводит к увеличению семенной продуктивности. Более того, в F₁ 44-х гибридных комбинаций от скрещивания окрашенно- и белоцветковых генотипов отмечен гетерозис по 10 хозяйственно ценным признакам. Наиболее высокий уровень гетерозиса (102-213%) проявляется по числу семян с растения, что определяет появление трансгрессий по этому признаку в старших поколениях. В связи с этим были разработаны селекционные программы, направленные, с одной стороны, на совершенствование пелюшек укосного типа, с другой – на создание принципиально новых зернофуражных сортов. Методология этих программ базируется на интрогрессии рецессивных генов, детерминирующих развитие признаков короткостебельности, неосыпаемости семян, усатого типа листа, апикального соцветия. Результаты практической реализации программ – создание сортов Орпела, Алла, Зарянка.

Первый в России сорт пелюшки на зерно Орпела был создан трехкратным беккроссированием пелюшки Надежда селекционной линией В-32. Сорт обладает высокой семенной продуктивностью. Средняя урожайность в конкурсном испытании ФНЦ ЗБК (1988-1990) составила 4,26 т/га семян, на 0,34 т/га выше стандартного в те годы сорта Смарагд. В систематику *Pisum sativum* L. короткостебельная, крупносемянная, неосыпающаяся форма гороха полевого включена под названием *var. miroshnikovae Serd. et Stankev.* (разновидность Мирошниковой). Тип: Орпела». Россия, ВНИИЗБК, к-8629.

Зерноукосная пелюшка Зарянка создана методом парного комбинативного скрещивания Смарагд × Малиновка. Благодаря пластичности и высокой урожайности, как зеленой массы, так и семян, сорт районирован в семи регионах России и в Беларуси для укосного использования и на зерно. Неполегающая зерновая пелюшка Алла с коротким стеблем, усатыми листьями и неосыпающимися семенами получена в результате сложного скрещивания [(Норд × Тырчис) × (Нижегородец × Ус-14) × Vinco]. Алла также районирована в России и Беларуси.

Целесообразность возделывания зерновых пелюшек подтверждается, с одной стороны, отличными кормовыми достоинствами зерна, с другой – положительными результатами государственного испытания, особенно в регионах с частыми проявлениями экстремальных погодных условий: Северо-Западном, Нижневолжском, Дальневосточном, а также в Беларуси [1].

В ФНЦ зернобобовых и крупяных культур одним из направлений в селекции гороха на зерно является качество семян. Сорта, созданные за последние 25 лет, отличаются не только высокой урожайностью семян и технологичностью, но и достаточно высокими показателями качества семян: выравненность, крупность, форма семени, выход лущёного гороха, равномерность разваривания, продолжительность варки, вкус, содержание белка в семенах. Большую популярность на продовольственном рынке среди сортов селекции ФНЦ ЗБК имеют Родник и Софья. Обладают хорошей разваримостью и отличным вкусом. Сорт Софья допущен к возделыванию по Центральному и Центрально-черноземному регионам, Родник по Центральному и Северо-Кавказскому. Новинкой в этом направлении является сорт Эстафета. Агротип сорта благодаря усатой форме листа с жесткой структурой и прочному стеблю формирует высокоустойчивый к полеганию стеблестой способный противостоять неблагоприятным факторам среды, таким, как сильные порывы ветра и ливень. Сорт имеет высокий потенциал продуктивности. Максимальная урожайность в КСИ получена в 2017 году – 47,7 ц/га; в государственном сортоиспытании – в 2020 году на Липецкой сортоиспытательной станции – 50,3 ц/га. По качеству семян сорт относится к группе продовольственных. Имеет хорошие кулинарные достоинства – вкус, разваримость – лучше, чем у стандарта. Содержание белка на уровне стандарта 22...26%. Сорт допущен к возделыванию по Центральному региону РФ.

Конструирование принципиально новой архитектоники растений гороха, направленное на повышение продуктивности и технологичности агроценоза, стало возможным, главным образом, в результате выявления новых структурных признаков, контролируемых рецессивными генами мутантной природы и внедрения их в генотипы сортов на основе

целенаправленного рекомбинагенеза. В настоящее время наиболее перспективными морфотипами гороха с измененным листовым аппаратом являются созданные А.Н. Зеленовым хамелеон (с ярусной гетерофиллией) и рассеченнолисточковый. Среди морфотипов с измененной архитектурой флоральной зоны важное место занимает созданный В.Н. Уваровым люпиноид.

Принципиально новый тип детерминантного габитуса выявлен в ФНЦ ЗБК в гибридной популяции F₃ Детерминантный ВСХИ (детерминант луганского типа) x А-87-15 (форма с фасцированным стеблем). Выделенное оригинальное растение имело многоцветковое (до 15 цветков) апикальное соцветие, напоминающее соцветие люпина, что отразилось в названии нового морфотипа – люпиноид. Этот цветонос вместе со стеблем представляют единый осевой орган

Гибридологический анализ показал, что формирование люпиноидного соцветия обусловлено комплементарным взаимодействием генов *fa*– фасцированный стебель и *det* – детерминантность луганской модели.

Новая форма активно использовалась в селекционном процессе. В результате была создана серия рекомбинантных генотипов, контрастных по архитектонике и биологическим особенностям.

По архитектонике репродуктивной зоны люпиноиды занимают промежуточное положение между родительскими формами и очень сильно отличаются от других форм гороха. Чаще всего, помимо верхушечного цветоноса, растения новой формы имеют два продуктивных узла с пазушными цветоносами (как у родительской формы Детерминантный ВСХИ). Однако у изученных рекомбинантных генотипов отмечен широкий диапазон изменчивости строения флоральной зоны: наличие дополнительных продуктивных узлов, сдвоенные продуктивные узлы, наличие только апикального соцветия, сдвоенное апикальное соцветие, апикальное соцветие с малым количеством цветков, полная редукция цветков на апикальном соцветии [4].

Среди изученных генотипов выделены доноры и источники хозяйственно ценных признаков, представляющие интерес для селекции. Донорами гена *af* являются образцы УГ-03-387, Лу-Д-114, Лу-Д-116, Лу-Д-115, Лу-153-06, СВ-52Л, УГ-07-320 с усатым типом листа. Их использование перспективно в селекции устойчивых к полеганию люпиноидов нового поколения. Семена образцов Лу-153-06, Лу-98-201, Лу-268-98, Лу-523-97, Лу-01-396, Лу-213-94, Лу-98-204, Лу-98-205, УГ-03-387, УГ-07-320, Лу-Д-145, Лу-Д-60 имеют неотделяющуюся от рубчика семяножку – признак, контролируемый геном *def*. Эти генотипы могут использоваться как доноры признака неосыпаемости семян. Наряду с листочковыми и усатыми линиями созданы рассеченнолисточковые люпиноиды. Линии Лу-268-98, Лу-98-201, СВ-52-Л, ЛУ Д-115, УГ-03-387, ЛУ-Д-116, ЛУ-Д-114, ЛУ-194-01, Лу-97-82 характеризуются наличием укороченных прочных междоузлий (ген *le*). Антоциановой пигментацией (ген *A*) характеризовались образцы гороха полевого (пелюшки) УГ 03-387 и УГ 07-320. По семенной продуктивности, а также, в целом, по комплексу хозяйственно ценных признаков отмечена линия Лу-Д-114 (создана методом индивидуального отбора из гибридной популяции F₃ Софья x ЛУ-139), которая имеет безлисточковый (усатый) тип листа, относительно устойчива к полеганию, формирует большое число семян на растении и имеет высокий уровень содержания белка.

Рассеченнолисточковая форма гороха впервые обнаружена в ФНЦ ЗБК в 2002 г. как спонтанный мутант в посевах размножения короткостебельного, детерминантного (*deh*), безлисточкового, с неосыпающимися семенами сорта Батрак. Мутант имеет необычные как для рода *Pisum L.*, так и для семейства *Fabaceae Lindl.* в целом листья с глубокорассеченными в верхней части листочками и простыми неветвящимися усиками, отходящие от черешка у основания листочков. Изучение биологических особенностей рассеченнолисточковой формы показало, что она отличается повышенным содержанием белка в семенах. Отмечена трансгрессия по этому показателю у большинства линий, особенно у Рас-1016/6, Рас-711/7, Рас-713/7, Рас-716/7.

Многие линии нового морфотипа обладают отличными симбиотическими показателями при инокуляции штаммом 250a *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* и грибами арбускулярной эндомикоризы *Glomus intraradices* и *Glomus fasciculatum*. Лучшие из них (Рас-661/7, Рас-660/7, Рас-658/7) в 2-2,5 раза превосходят высокоурожайный стандартный сорт Орловчанин по нитрогеназной активности и в 2-3,5 раза по числу клубеньков на растении. Это открывает перспективу для создания сортов с высоким потенциалом накопления азота в растении.

Рассечённолисточковая форма гороха отличается высокой интенсивностью фотосинтеза, высоким содержанием хлорофилла в листьях, формированием большей по сравнению с исходным сортом биомассы. Новый морфотип недостаточно устойчив к полеганию. Селекционная работа ведется в направлении совершенствования двух признаков: формирование прочного неполегающего стебля и отбор растений с длинными усиками. Благодаря этому созданы линии, превосходящие по устойчивости к полеганию листочковые сорта, но еще уступающие усатым. По урожаю семян некоторые линии (Рас-675/7, Рас-712/7, Рас-1006/6) превосходят лучшие стандартные сорта.

Усатолисточковая форма гороха «хамелеон» открыла колоссальные возможности по ее использованию в селекции. Благодаря этой форме уже происходит прорыв в области продуктивности новых сортов, таких как Спартак и Ягуар, и потенциал еще не исчерпан. Сорта новой формы на практике демонстрируют повышенный биоэнергетический уровень. Усатолисточковая форма листа в сочетании с особенностью изменчивости облиственности в зависимости от яруса растения, наделяет новые сорта повышенным потенциалом продуктивности в сочетании с устойчивостью к полеганию. В течение вегетации усатолисточковых растений, листочки формируются там, где они необходимы и редуцируются там, где они не нужны, реагируя на световой режим. В дальнейшей перспективе селекционной работы с данной формой важно достичь максимального баланса по ярусности, поскольку, у различных сортов она не однозначна.

Усатолисточковая форма впервые была выделена в Федеральном научном центре зернобобовых и крупяных культур А.Н. Зеленовым в 1989 году из расщепляющейся гибридной комбинации *tendrilled acacia* (Индия) x *Filby* (Великобритания). Выделенные растения характеризовались ярко выраженной в зависимости от режима освещения ярусной гетерофиллией, в связи с чем данная форма получила название хамелеон. В 2001 году сотрудники ВИРа В.П. Сердюк и А.К. Станкевич включили новую форму в систематику гороха как разновидность Зеленова (*var zelenovii* Serd. et Stankev.).

Важным преимуществом формы хамелеон является высокая физиологическая активность производственного процесса. По содержанию хлорофилла a+v и фотохимической активности хлоропластов во всех хлорофиллсодержащих органах селекционные линии новой формы на 10-20% превосходят листовые ("обычные") сорта и на 25-37% – безлистные сорта [5].

В настоящее время в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к возделыванию, включены 2 сорта усато-листочковой формы Спартак и Ягуар. Оба сорта имеют широкий ареал допуска – семь и пять регионов соответственно. В результате фенотипического изучения новых сортов усатолисточковой формы нами отмечена сортоспецифичность облиственности, т.е. у различных сортов в одинаковых условиях количество листочков может существенно различаться. Так, в наших опытах образование видимых глазу листочков на листьях с 8-го по 10-й вегетативный узел в 2020...2023 гг. у растений сорта Спартак происходило на 3...16 % растений, у сорта Ягуар – на 97...100% растений. Форма и размер листьев на тех же вегетативных узлах в зависимости от сорта существенно различались. У сорта Спартак листочки имели неправильную форму ближе к ромбической и ширину 3...5 мм, у сорта Ягуар – неправильную, ближе к округлой форму и ширину 5...15 мм. За этот же период на исследуемых образцах было отмечено, что усатые листья усатых и усатолисточковых сортообразцов имеют различную морфологическую структуру. При рассмотрении под микроскопом при 40х-увеличении, установлено, что лист усатой формы гороха имеет округлую форму усиков от начала до окончания, усатые листья

хамелеонов имеют уплощенные окончания нескольких усиков сложного листа с бороздкой в центре и короткими ответвлениями в виде листовых чешуек на конце. Все исследованные нами листья усатолисточковой формы, воспринимаемые глазом как «усатые», при рассмотрении под микроскопом обнаруживали рудименты листочков [6].

Реализация биологического потенциала гетерофильной формы гороха на текущий момент позволила достичь высоких показателей продуктивности. При прохождении государственного испытания сорта Ягуар максимальная урожайность отмечена на Томской ГСС 63,6 ц/га, выше, чем у стандарта Томас на 6,2 ц/га. В производственных условиях рекордный урожай был получен в филиале ФГБНУ ФНЦ ЗБК опытной станции «Стрелецкая» в 2022 году – 64,9 ц/га. Согласно отчета лаборатории селекции зернобобовых культур за 2023-2025 годы наиболее урожайная в селекционных питомниках усатолисточковая линия Яг-23-721 сформировала продуктивность 78,6 ц/га и это далеко не предел потенциальной продуктивности, полученной в реальных условиях. По данным того же отчета, средняя продуктивность элитных растений, отобранных из расщепляющихся гибридных популяций F₃₋₅ составляет около 15 г. Путем несложных подсчетов можно установить, что при формировании 90 растений на 1 м² со средней продуктивностью 15 г возможно получить урожайность с 1 м² 1350 г, что в пересчете составит 135 ц/га. Это, продуктивность, к которой следует стремиться селекционерам при составлении селекционных программ т.е на данном этапе, учитывая биологический потенциал гороха с учетом всех достижений, селекционными методами вполне возможно увеличить урожайность как минимум в 1,5 раза.

В связи с глобальными и локальными изменения климата в ФНЦ ЗБК большое внимание уделяется проблеме засухоустойчивости. В результате засухи нарушаются физиологические и биохимические процессы онтогенеза растений, ослабляется гомеостаз. Растения испытывают стресс, отмечается обезвоживание, что сказывается на замедлении роста. Горох относится к группе растений, наиболее подверженных стрессу, связанному с засухой, которая относится к числу факторов, резко снижающих урожай. В этой связи в процессе селекционной работы новые линии гороха проходят проверку на устойчивость к стрессу, связанному с засухой. Не исключение, и отмеченный выше высокопродуктивный сорт усатолисточковой формы Ягуар, который на завершающих этапах его создания проходил проверку на засухоустойчивость и показал по этому направлению отличные результаты. Учитывались показатели относительной засухоустойчивости и водоудерживающей способности. В качестве селекционного агента при учете индекса длины корня (критерий относительной засухоустойчивости) сорта Ягуар применяли раствор сахарозы. По показателям – индекс длины корня на уровне 0,58 и водоудерживающей способности за 6-ти часовой период 21,3%, сорт Ягуар превзошел стандарты Гамбит и Темп. На государственном сортоиспытании сорт Ягуар показал лучшие результаты по урожайности в наиболее засухоустойчивых регионах Северо-Кавказском и Нижневолжском. Сорт является одним из наиболее значимых достижений в направлении засухоустойчивости, районирован по пяти регионам: Волго-Вятскому, Центрально-Черноземному, Северо-Кавказскому, Нижне-Волжскому и Западно-Сибирскому [7].

Новейшим селекционным достижением ФНЦ ЗБК в направлении засухоустойчивости является сорт Столетник, кроме того, это первый в Российской Федерации сорт гороха, созданный методом клеточной селекции *in vitro* по методике Г.В Соболевой (2011 г.). Свое название сорт получил в честь столетней годовщины селекции на Орловщине, которая в 2021 году совпала с завершающим этапом создания нового сорта. При создании сорта Столетник проводили выращивание и отбор регенерантов селекционного материала на селективной среде с применением селективного агента полиэтиленгликоля в условиях *in vitro*. Оценку регенерантов проводили в конкурсном сортоиспытании, где новый сорт показал отличные результаты, превысив стандарт Гамбит на 4,6 ц/га. С 2021 г. сорт Столетник успешно проходил государственное сортоиспытание, по завершении которого в 2024 г. был включен в Государственный реестр селекционных достижений по Центрально-Черноземному и Северо-Кавказскому регионам РФ.

Селекционеры ФНЦ ЗБК при формировании селекционных программ рассматривают не только основные, традиционные направления (зернофуражное и продовольственное), но так же и диверсификационные для рынка гороха, такие как специальные типы зернового гороха – «амилозный», предназначенный для глубокой переработки зерна и «зеленозерный», предназначенный для консервирования способом сублимации (сухое зерно восстанавливается путем замачивания с последующей варкой).

Сорт высокоамилозного гороха Амиор для промышленной переработки, был создан в ФНЦ ЗБК в 2011 году. Неразветвлённые молекулы амилозы образуют линейную структуру, подобно той, что имеется в пластмассах типа полиэтилена или пропилена. При термопластической обработке амилозного крахмала, выделенного из морщинистых (генотип *rr Rb Rb*) семян гороха, методом экструзии можно получить пластмассоподобные, но биологически рециклируемые до CO₂ и H₂O материалы, которыми можно заменить пластмассы при производстве лаков, бумаги, текстильных изделий, плёнок и упаковочных материалов. Крахмал с высоким содержанием амилозы обладает энзимрезистентными свойствами, благодаря чему представляет интерес для лечебного питания. Сорт Амиор создан индивидуальным отбором из F₃ Орлус × Совинтер 1. Стебель укороченный (65-75 см). Тип листа – усатый. Семена морщинистые, жёлтые. Содержание крахмала в семенах в среднем 27,0%, у стандартного сорта Вега – 25,2%. Содержание амилозы в крахмале – 71,3%, у Веги – 67,1%. Увеличение семенной продуктивности у Амиора (урожайность в КСИ до 4,0 т/га) достигнуто благодаря лучшему развитию элементов продуктивности и повышенной устойчивости к полеганию.

В текущем, юбилейном для ФНЦ зернобобовых и крупяных культур, году в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию включён сорт зеленозерного гороха Изумрудный 22 [8].

Авторы сорта Изумрудный 22 – А.М. Задорин, М.Е. Кононова, О.В. Уварова, Н.В. Смуглова, Н.В. Водяшкина.

Сорт создан методом многократного индивидуального отбора из расщепляющейся гибридной популяции F₄ Ус-93-1381 х А-96-1907. Сорт относится к подвиду (*subsp.*) *sativum*, разновидности (*var.*) *cirreferum*, подразновидности (*subvar.*) *povaceum* *Serd. et Stankev.* Лист безлисточковой формы, стебель индетерминантный, высотой 50...70 см. Бобы прямые с заостренной верхушкой. Семена крупные по величине, светло-зеленого цвета со светлым рубчиком, угловато-округлой формы. Поверхность семени гладкая, матовая. Семядоли зеленого цвета. Масса 1000 семян 226,8 г. Средняя продолжительность вегетационного периода 76...80 суток. Устойчивость нового сорта к болезням и вредителям на уровне стандарта. За годы конкурсного сортоиспытания (2020-2022 гг.) сорт Изумрудный 22 сформировал среднюю урожайность 39,1 ц/га, превысив стандарт Гамбит на 6,5 ц/га. Максимальная урожайность 51,1 ц/га у сорта отмечена в 2022 году, что на 7,3 ц/га выше, чем у стандарта. Максимальная урожайность на государственном сортоиспытании 54,8 ц/га получена в 2025 году на Авдеевском госсортоучастке Тамбовской области, новый сорт превысил стандарт на 14,2 ц/га. Кроме высокой продуктивности сорт Изумрудный 22 имеет повышенную устойчивость к полеганию. Одно из важнейших достоинств сорта – пригодность для консервирования способом сублимации. С 2026 года сорт допущен к возделыванию по Центральному, Центрально-Чернозёмному и Северо-Кавказскому регионам РФ.

С момента основания ФНЦ ЗБК за 70-ти летний период его работы было создано более 70 и включено в Государственный реестр селекционных достижений 41 сорт гороха, различного направления использования, многие из них в настоящее время являются «локомотивами» аграрного производства. Благодаря самоотверженному сплоченному труду ученых различных лабораторий ФНЦ ЗБК – селекции зернобобовых культур, генетики и биотехнологии, физиологии и биохимии растений, агротехнологии и защиты растений, стало возможным решение проблем низкой продуктивности, полегаемости, израстания, неравномерного созревания растений гороха, слабой устойчивости к абиотическим и биотическим факторам. Результатом поэтапной многолетней работы является создание

новых конкурентоспособных сортов и линий гороха с продуктивностью свыше 7,5 т/га. Созданные новые морфотипы открыли широкие горизонты возможностей селекционной работы. В перспективе перед учеными стоят задачи и разрабатываются селекционно-генетические программы: по увеличению более чем в 1,5 раза семенной продуктивности гороха; созданию предпосылок устойчивости к полеганию, рассчитанные на урожайность свыше 100 ц/га; максимальному сконцентрированию в одном генотипе комплекса адаптивно значимых генов и сохранению на достойном уровне качества производимой продукции.

Работа выполнена за счет средств Федерального бюджета в рамках Государственного задания по теме: «Селекция новых сортов и генотипов зерновых, зернобобовых и крупяных культур с повышенной устойчивостью к патогенам, абиотическим факторам, высоким качеством зерна» (FGZZ-2025-0015)

Литература

1. Всероссийский научно-исследовательский институт зернобобовых и крупяных культур: история и современность. / под общ ред. Зотикова В.И. - Изд. 2-е, испр. и доп. – Орел: ВНИИЗБК, – 2015. – 395 с.
2. Зеленов А.Н., Зеленов А.А. Сто лет Орловской селекции гороха. Итоги и перспективы. // Зернобобовые и крупяные культуры, – 2022 – № 2(42). – С. 41-59. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-2-41-59
3. Зеленов А.Н., Кондыков И.В., Уваров В.Н. Орловский антропогенный генцентр гороха. // 110 лет Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции. Сб. научно-иссл. работ. – Орёл: Картуш. – 2006. – С. 46-57.
4. Кондыков И.В., Зотиков В.И., Зеленов А.Н., Кондыкова Н.Н., Уваров В.Н. Биология и селекция детерминантных форм гороха. Орел. ПФ «Картуш», – 2006, – 120 с.
5. Бобков С.В., Башкирова К.А. Содержание фотосинтетических пигментов в различных органах растений дикого и культурного гороха. // Зернобобовые и крупяные культуры, – 2021. – №4 (40). – С. 15-23. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-4-15-23
6. Задорин А.М., Кононова М.Е. Новые приоритеты в селекции гороха. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2023. – №3(47). – С.14-18. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-3-14-18
7. Задорин А.М., Соболева Г.В., Кононова М.Е., Белякова А.Е. Селекция засухоустойчивых сортов гороха в ФНЦ ЗБК. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2025. – №4 (56). – С. 31-36. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-4-31-36
8. Государственный реестр сортов и гибридов допущенных к использованию Т.1. «Сорта растений». // Электронный ресурс, – 2026 г. – <https://gossortrf.ru/registry/gosudarstvennyy-reestr-selektionnykh-dostizheniy-dopushchennykh-k-ispolzovaniyu-tom-1-sorta-rasteni>.

References

1. All-Russian Research Institute of Legumes and Groat Crops: History and Present. Zotikov V.I. ed. 2nd edition, corrected and supplemented. Orel: VNIIZBK, 2015, 395 p. (in Russian)
2. Zelenov A.N., Zelenov A.A. One hundred years of Orel pea breeding: results and prospects. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2022, no.2 (42), pp. 41-59 DOI: 10.24412/2309-348X-2022-2-41-59 (in Russian)
3. Zelenov A.N., Kondykov I.V., Uvarov V.N. Orlovskii antropogennyi gentsentr gorokha. 110 let Shatilovskoi sel'skokhozyaistvennoi opytnoi stantsii. Sbornik nauchno-issl. rabot. Orel: OOO Kartush Publ, 2006, pp. 46-57. (in Russian)
4. Kondykov I.V., Zotikov V.I., Zelenov A.N., Kondykova N. N., Uvarov V.N. Biology and breeding of determinant pea forms. Orel, PF «Kartush», 2006, 120 p. (in Russian)
5. Bobkov S.V., Bashkirova K.A. Content of photosynthetic pigments in various organs of wild and cultivated pea plants. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2021, no.4 (40), pp. 15-23. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-4-15-23 (in Russian)
6. Zadorin A.M., Kononova M.E. New priorities in pea breeding. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2023, no.3 (47), pp.14-18. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-3-14-18 (in Russian)
7. Zadorin A.M., Soboleva G.V., Kononova M.E., Belyakova A.E. Breeding drought-tolerant pea varieties in the FSC of Legumes and Groat Crops. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2025, no.4 (56), pp. 31-36. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-4-31-36 (in Russian)
8. State Register of Varieties and Hybrids Approved for Use, Volume 1. "Plant Varieties." Electronic resource, 2026, <https://gossortrf.ru/registry/gosudarstvennyy-reestr-selektionnykh-dostizheniy-dopushchennykh-k-ispolzovaniyu-tom-1-sorta-rasteni>.

DOI: 10.24412/2309-348X-2026-2-39-49

УДК: 633.358:633.34:631.461.52(571.56)

ВЛИЯНИЕ ПРЕПОСЕВНОЙ ИНОКУЛЯЦИИ КЛУБЕНЬКОВЫМИ БАКТЕРИЯМИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ГОРОХА ПОСЕВНОГО И СОИ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

Т.С. СЛЕПЦОВ^{1,2}, аспирант, ORCID:0000-0002-2839-0851, E-mail: slepsovtimur00@gmail.com

Е.В. СЕМЕНОВА¹, кандидат биологических наук, ORCID 0000-0002-2637-1091

И.В. СЕФЕРОВА¹, кандидат биологических наук, ORCID 0000-0003-3308-9198

Д.С. КАРЛОВ³, кандидат биологических наук, ORCID 0000-0002-9030-8820

А.Н. НЕУСТРОЕВ², кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID 0000-0002-8527-4178,

Л.Ю. НОВИКОВА¹, доктор сельскохозяйственных наук, ORCID 0000-0003-4051-3671

¹ ФГБНУ ФИЦ ВИГРР ИМЕНИ Н.И. ВАВИЛОВА, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

² ЯКУТСКИЙ НИИСХ ИМЕНИ М.Г. САФРОНОВА – ОБОСОБЛЕННОЕ

ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ ФИЦ ЯНЦ СО РАН, ЯКУТСК

³ ФГБНУ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ МИКРОБИОЛОГИИ» ПУШКИН, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

Аннотация. Представлены результаты первого полевого испытания предпосевной инокуляции гороха посевного (*Pisum sativum* L.) и сои культурной (*Glycine max* L.) штаммами клубеньковых бактерий в условиях Центральной Якутии (61° с.ш.). Опыт проведен в 2025 г. на полях Якутского НИИСХ. Для гороха (51 образца из коллекции ВИР) были использованы штаммы *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* RCAM1079 и *R. brockwellii* RCAM05664, выделенные соответственно из клубенька *Pisum sativum* L. (Украина) и *Vicia cracca* L. (арктическая Якутия), из коллекции ВНИИСХМ; для сои (10 образцов) – биопрепарат Ультрастим (*Bradyrhizobium japonicum*). Установлено, что предпосевная обработка штаммом RCAM1079 достоверно увеличила число клубеньков гороха на 11% к контролю ($p < 0,001$). Штамм RCAM05664 арктического происхождения достоверного эффекта не показал. Выявлена слабая обратная корреляция между числом клубеньков в контроле и приростом после инокуляции штаммом RCAM1079 ($r = -0,34$), согласующаяся с гипотезой конкуренции интродуцированных и аборигенных штаммов. Инокуляция сои препаратом Ультрастим обеспечила образование клубеньков у 13 из 15 обработанных растений при полном их отсутствии в контроле и сопровождалась положительным влиянием на высоту растения, число бобов, узлов с бобами и семян на растении у части сортов. Наиболее сильную реакцию показал сорт ПЭП2 (+26% бобов, +35% семян), умеренную – Светлая (+28% бобов, +13% семян), нейтральную – Fiskeby V. Результаты указывают на перспективность предпосевной инокуляции сои для повышения продуктивности в субарктических условиях и целесообразность подбора оптимальных штамм-сортовых комбинаций для конкретных почвенно-климатических условий.

Ключевые слова: горох посевной, соя, клубеньковые бактерии, инокуляция, бобово-ризобияльный симбиоз, Якутия.

Для цитирования: Слепцов Т.С., Семенова Е.В., Сеферова И.В., Карлов Д.С., Неустроев А.Н., Новикова Л.Ю. Влияние предпосевной инокуляции клубеньковыми бактериями на продуктивность гороха посевного и сои в условиях Центральной Якутии. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2026. № 2 (58): 39-49. DOI: 10.24412/2309-348X-2026-2-39-49

EFFECTS OF PRE-SOWING INOCULATION WITH NODULE BACTERIA ON THE PRODUCTIVITY ON PEA AND SOYBEAN UNDER CONDITIONS OF CENTRAL YAKUTIA

T.S. Sleptsov^{1,2}, E.V. Semenova¹, I.V. Seferova¹, D.S. Karlov³, A.N. Neustroev², L.Yu. Novikova¹

¹FEDERAL RESEARCH CENTER N.I. VAVILOV ALL-RUSSIAN INSTITUTE OF PLANT GENETIC RESOURCES (VIR), Sankt-Peterburg, Russia

²M.G. SAFRONOV YAKUT SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE - DIVISION OF FRC “THE YAKUT SCIENTIFIC CENTRE OF THE SIBERIAN BRANCH OF THE RAS”, Yakutsk, Russia

³FSBSI «ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE FOR AGRICULTURAL MICROBIOLOGY» (ARRIAM), Pushkin, Sankt-Peterburg, Russia

Abstract. *The results of the first field trial of pre-sowing inoculation of pea (*Pisum sativum* L.) and soybean (*Glycine max* L.) with nodule bacterial strains under conditions of Central Yakutia (61° N) are presented. The experiment was conducted in 2025 at the fields of the Yakutsk Research Institute of Agriculture. For pea (51 accessions from the VIR collection), strains *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* RCAM1079 and *R. brockwellii* RCAM05664 from the ARRIAM collection were used, isolated from *Pisum sativum* L. (Ukraine) and *Vicia cracca* L. (Arctic Yakutia), respectively; for soybean (10 accessions) – the bioproduct Ultrastim (*Bradyrhizobium japonicum*). Pre-sowing treatment with strain RCAM1079 was found to significantly increase the number of pea nodules by 11% compared to control ($p < 0.001$). Strain RCAM05664 of arctic origin showed no significant effect. A weak negative correlation was detected between the nodule count in the control and the increase after inoculation with RCAM1079 ($r = -0.34$), consistent with the hypothesis of competition between introduced and indigenous strains. Soybean inoculation with Ultrastim resulted in nodule formation in 13 out of 15 treated plants, with no nodules in the control, and was accompanied by a positive effect on plant height, number of pods, nodes with pods, and seeds per plant in some cultivars. The strongest response was shown by cultivar PEP2 (+26% pods, +35% seeds), moderate by Svetlaya (+28% pods, +13% seeds), and neutral by Fiskeby V. The results indicate the prospect of pre-sowing soybean inoculation for improving productivity under subarctic conditions and the importance of selecting optimal strain-cultivar combinations for specific soil-climatic conditions.*

Keywords: pea, soybean, nodule bacteria, inoculation, legume-rhizobial symbiosis, Yakutia.

Введение

Зернобобовые культуры (ЗБК) представляют особый интерес для сельского хозяйства северных регионов благодаря способности к симбиотической азотфиксации. В симбиозе с клубеньковыми бактериями вида *Rhizobium leguminosarum* горох, чина и чечевица способны усвоить из воздуха до 70 кг/га азота ежегодно [1]. Результаты многолетних исследований свидетельствуют, что для оптимизации азотного питания необходима предпосевная инокуляция семян микробными препаратами на основе высокоэффективных штаммов, специфичных для каждой бобовой культуры [2].

Республика Саха (Якутия), крупнейший субъект РФ, характеризуется экстремальным континентальным климатом с коротким вегетационным периодом. Наблюдающееся потепление климата создаёт предпосылки для расширения видового состава возделываемых культур [3]. Ранее показана возможность вызревания сои в Центральной Якутии [4], однако влияние предпосевной инокуляции ризобактериями на эту культуру в данном регионе не исследовалось. Первые попытки изучения эффекта применения ризобактерий (нитрагина) в Якутии, по литературным данным, проводились в 1967-1970 гг. [5] на горохе и нуте; при этом повышение урожайности гороха на 10% было отмечено лишь в одном случае. Таким образом, настоящая работа представляет собой первое за более чем полвека полевое испытание инокуляции гороха ризобактериями в Якутии и первое в регионе исследование инокуляции сои.

Важную роль во взаимоотношениях клубеньковых бактерий и бобовых растений играет температурный фактор. Наиболее интенсивная азотфиксация, как правило, наблюдается при умеренных температурах (20-25°C), однако факты обнаружения активных ризобий в почвах тундры Якутии, Аляски и Арктики свидетельствуют об их способности к адаптации в холодных условиях [6]. Перспективным направлением является изучение разнообразия арктических клубеньковых бактерий и их эффективности на культурных бобовых.

Поскольку горох и вика относятся к трибе Fabeae, штаммы *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae*, выделенные от дикорастущих представителей этой трибы, потенциально способны эффективно нодулировать данные культуры, что может быть проверено в кросс-нодулирующих опытах. С этой целью в ходе экспедиций в арктические регионы России были собраны корневые клубеньки дикорастущих бобовых, из которых выделенные штаммы были депонированы в коллекцию ВНИИСХМ [7].

Цель работы – оценка эффективности предпосевной инокуляции гороха посевного (*Pisum sativum* L.) и сои культурной (*Glycine max* L.) штаммами клубеньковых бактерий в полевых условиях Центральной Якутии.

Материал и методы исследований

Растительный материал и место проведения опыта

Полевой опыт проведён в 2025 г. на полях Покровского стационара Якутского научно-исследовательского института сельского хозяйства (ЯНИИСХ), расположенного в Центральной Якутии (61°51' с.ш., 129°17' в.д.). Почва участка мерзлотная таежная палевая, осолодевшая. Агрохимическая характеристика пахотного слоя по горизонтам от 0 до 40 см: pH почвы – от 7,74 до 8,14, содержание гумуса – от 3,06 до 3,38%, нитратного азота – от 0,08 до 0,10 мг/100 г, общего азота – от 0,44 до 0,46%, подвижного фосфора – от 238,77 до 276,51 мг/кг, обменного калия – от 302,54 до 333,72 мг/кг. Посев осуществлён 27.05.2025, уборка – 15-16 сентября 2025 г.

Материалом исследования послужили 51 (из них 1 стандарт) образцов гороха посевного и 10 образцов сои из коллекции ВИР. Делянки площадью 1 м² размещены рандомизированно в однократной повторности на вариант обработки для каждого сортообразца. Проведено изучение фенологии и элементов структуры урожая у 10 растений на образец по методике ВИР [8].

Инокуляция клубеньковыми бактериями

Штаммы клубеньковых бактерий получены из Сетевой биоресурсной коллекции в области генетических технологий для сельского хозяйства (ВКСМ) при ФГБНУ ВНИИСХМ (<https://arriam.ru/kollekciya-kul-tur1/>). Для гороха был использован штамм *R. leguminosarum* bv. *viciae* RCAM1079, выделенный из клубенька *Pisum sativum* L., собранного на территории Украины, и штамм *R. brockwellii* RCAM05664, выделенный из клубенька дикорастущей популяции *Vicia cracca* L. (о. Самойловский, дельта р. Лены, арктическая Якутия). По данным коллекции штамм RCAM05664 был способен формировать клубеньки на корнях гороха посевного в условиях стерильного микровегетационного опыта, тогда как штамм RCAM1079 был получен методом экспериментальной селекции из производственного штамма 250a (RCAM1026) при пониженных температурах и отличался от штамма RCAM1026 более ранним образованием клубеньков при 8-12°C, а также повышенной азотфиксирующей активностью и эффективностью. Для сои использован биопрепарат Ультрастим (ризоторфин, ООО «ЭКОС») на основе *Bradyrhizobium japonicum*.

Предпосевная инокуляция гороха проводилась 26.05.2025 методом замачивания: семена погружали в жидкий раствор ризобактерий (6 мл препарата на 1 л воды, не менее 2 млрд КОЕ/мл) на 15 минут. Контрольные семена без инокуляции замачивались в воде на 15 минут. Инокулированы все 51 образец гороха. Для 10 образцов сои ризоторфин добавлялся вместе с семенами в почву при посеве. Во время фазы цветения измерено число клубеньков у 5 растений каждого образца.

Погодные условия

Температурные условия вегетации 2025 г. были типичными: сумма активных температур за вегетационный период (июнь – вторая декада сентября) составила 1667°C, сумма осадков – 109 мм, гидротермический коэффициент (ГТК) – 0,7.

Статистическая обработка данных

Статистическая обработка проведена в пакете Statistica 13.3. Нормальность распределения оценена по критерию Шапиро-Уилка. Для гороха распределение числа клубеньков имело выраженную правостороннюю асимметрию; после логарифмического преобразования ($y = \lg(x + 1)$) распределение стало нормальным ($p > 0,058$ для всех трёх

вариантов). Основным методом анализа данных по гороху послужил двухфакторный дисперсионный анализ главных эффектов по логарифмированным данным (факторы: образец, обработка); в связи с однократной повторностью на вариант обработки модель использовалась без явного учёта взаимодействия, а остаточная вариация включает компонент взаимодействия образец × обработка. Для оценки связей между признаками использован коэффициент корреляции Спирмена. Для сои выполнен двухфакторный дисперсионный анализ ANOVA (факторы: сорт, обработка) с использованием суммы квадратов III типа, корректной при несбалансированном дизайне. Однородность дисперсий проверена по критерию Левена. Нодуляция сои анализировалась отдельно: достоверность образования клубеньков (бинарный признак) оценён точным тестом Фишера, количественное выражение нодуляции (число клубеньков на растение) при нулевых значениях в контроле – критерием Манна-Уитни. Принят уровень значимости 5%. Масса 1000 семян исследовалась на делянку, поэтому достоверность различий сортов по этому показателю не оценивалась.

Результаты и их обсуждение

Инокуляция гороха посевного

Количество клубеньков на растение варьировало от 0 до 1222 шт., усреднённое по 5 растениям на образец – от 0,3 до 199,0 шт. (табл. 1). Хотя бы одно растение (как в опыте, так и на контроле) каждого образца имело клубеньки, что свидетельствует о присутствии аборигенных ризобий в почве опытного участка. Это согласуется с данными о широком распространении клубеньковых бактерий гороха и вики [9], а также подтверждается канадскими исследованиями, показавшими наличие активных ризобий в почвах высокоширотных регионов [10].

Таблица 1

Вариабельность числа клубеньков на растение у 51 образца гороха

Вариант	Среднее	Мин. ср./образец	Макс. ср./образец	Асимм.	Мин./раст.	Макс./раст.
Контроль	46,4±6,0	0,3	179,7	1,54	0	264
RCAM 1079	51,5±6,2	0,6	156,0	2,37	0	321
RCAM05664	47,0±7,0	1,7	199,0	2,38	0	1222

Среднее число клубеньков составило в контроле 46,4 шт./растение. Двухфакторный дисперсионный анализ логарифмированных данных (факторы: образец, обработка) (рис.1) показал значимое влияние обработки штаммом 1079 на число клубеньков и достоверное различие эффектов штаммов RCAM1079 и RCAM05664 ($p < 0,001$). Обработка штаммом 1079 увеличила среднее количество клубеньков на 5,1 шт./растение (11,0% к контролю). Влияние штамма RCAM05664 было недостоверным.

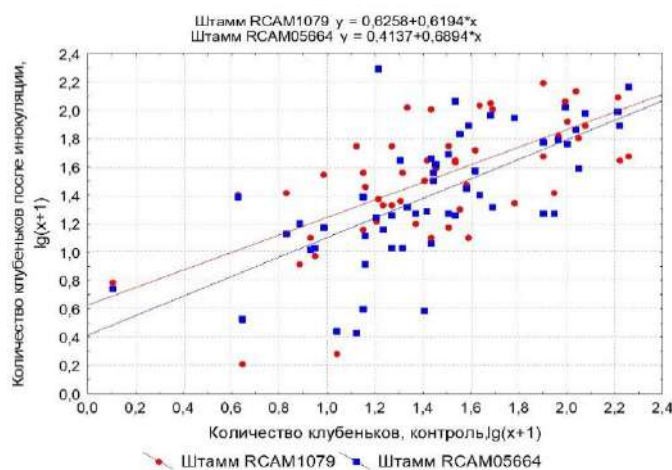


Рис. 1. Зависимость количества клубеньков на растение после инокуляции штаммами RCAM1079 и RCAM05664 от количества клубеньков в контроле (в логарифмическом масштабе)

Максимальное значение 1222 клубенька на растение (штамм 05664, табл. 1) является выбросом, вероятно связанным с индивидуальной морфологией корневой системы и физиологическим состоянием растения; при усреднении по пяти растениям на образец и логарифмическом преобразовании данных влияние этого выброса нивелируется.

Количество клубеньков при обработке разными штаммами положительно коррелировало с контролем (по Спирмену): для штамма 1079 $r = 0,65$, для штамма 05664 $r = 0,73$, между штаммами $r = 0,47$. Распределение числа клубеньков характеризовалось выраженной правосторонней асимметрией; логарифмическое преобразование обеспечивало приближение данных к нормальному распределению, что согласуется с представлениями о высокой вариабельности популяционных взаимодействий в системе «растение – микроорганизм» [9] и имеет методическое значение: в данном исследовании (корректный статистический анализ данных о клубенькообразовании потребовал предварительного логарифмического преобразования).

Слабая обратная корреляция между числом клубеньков в контроле и приростом после инокуляции штаммом 1079 ($r = -0,34$) может свидетельствовать о конкурентных взаимоотношениях интродуцированных и аборигенных штаммов. Конкуренция интродуцированных и местных штаммов за нодуляцию является одним из ключевых факторов, лимитирующих эффективность инокуляции [9]. По аналогии с другими бобовыми, Prévost и Bromfield [10] на эспарцете (*Onobrychis viciifolia*) показали, что конкурентоспособность арктических штаммов при формировании клубеньков выше, чем у штаммов умеренного климата при пониженных температурах почвы. После обработки штаммом 1079 36 образцов из 51 имели большее количество клубеньков, чем в контроле.

Достоверного влияния штаммов на фенологию и элементы продуктивности гороха не выявлено на уровне всей выборки, однако ряд образцов после инокуляции штаммом RCAM1079 показал заметный прирост параметров продуктивности (табл. 2). Число клубеньков слабо положительно коррелировало с числом бобов на растении в контроле ($r = 0,38$) и после обработки штаммом 1079 ($r = 0,31$).

Штамм *R. brockwellii* RCAM05664, выделенный из дикорастущего бобового растения *Vicia cracca*, собранного в дельте р. Лены в арктической зоне Якутии, успешно нодулирует растение-хозяина, но не показывает достоверного эффекта на культурном горохе. Отсутствие положительного эффекта может быть связано как с низкой специфичностью данного штамма к генотипам культурного гороха, так и, в условиях полевых опытов, с его низкой конкурентоспособностью по сравнению с аборигенными ризобиями. Предпосевная обработка штаммом RCAM05664 представляет существенный интерес в контексте мировых исследований, высоко адаптированных к холоду ризобий. Аналогичный подход успешно апробирован в Канаде: Prévost et al. [11] продемонстрировали, что арктические штаммы *Mesorhizobium* были более эффективны на эспарцете, чем коммерческие штаммы умеренного климата, причём преимущество было особенно выражено при низких температурах.

Параметры продуктивности образцов гороха с наибольшим эффектом инокуляции представлены в таблице 2.

Таблица 2

Параметры продуктивности образцов гороха с наибольшим эффектом инокуляции (2025 г.)

Номер по каталогу ВИР	Название	Происхождение	Количество клубеньков шт.		Число бобов на раст., шт		Число семян на раст., шт		Вес семян на раст., г		Масса 1000 семян, г	
			Контроль	RCAM1079	Контроль	RCAM1079	Контроль	RCAM1079	Контроль	RCAM1079	Контроль	RCAM1079
5739	Тулунская пелюшка	Иркутская обл	23.2	108	8.0	15.9	44.0	75.1	5.1	8.7	101.8	98.0
5743	Акадана 19	Приморский край	28.6	108	8.1	13.9	23.9	51.9	3.8	6.7	184.4	129.6
10244	Retrija	Латвия	49.2	116	6.0	9.8	16.7	25.4	5.7	9.8	338.6	385
7702	Новосибирский 1	Новосибирская обл	6.4	27.2	4.7	5.5	19.3	22.5	3.8	4.8	199.0	176.8
8975	Рената	Великобритания	28	45	6.2	7.4	28.6	33.1	4.8	7.9	340.2	252.4
8755	Mika (af)	Канада	27.4	43.2	6.3	7.3	22.7	25.1	5.8	7.3	264.0	244.6
9807	Сибирский	Новосибирская обл	24.4	37.6	6.1	19.4	29.5	101.0	6.3	21.7	239.8	222.8
8412	Hja 51842	Финляндия	34	47.2	12.9	14.1	72.7	68.3	10.7	13.7	163.6	169.4
7016	Yanco Early	Австралия	42.8	55.4	7.3	9.1	39.8	48.2	7.4	9.9	181.2	198.2
10073	Тренди	Чехия	19.3	22	6.7	6.8	24.2	32.0	5.8	9.2	252.2	295

Инокуляция сои

Из 10 обработанных образцов сои созревания достигли три: Fiskeby V (к-5829), Светлая (к-9960) и ПЭП2 (к-10651). Инокуляция препаратом Ультрастим не повлияла на фенологию сои. Размеры выборок составили: Fiskeby V контроль n = 10, Ультрастим n = 7 (3 растения не достигли зрелости); Светлая и ПЭП2 по n = 10 в каждом варианте. Число клубеньков учитывалось у 5 растений на образец в каждом варианте. В контроле ни одно растение не имело клубеньков, что свидетельствует об отсутствии или крайне низкой численности аборигенных *Bradyrhizobium japonicum* в почве опытного участка. При обработке ризоторфином клубеньки образовались у 13 из 15 растений (точный тест Фишера, p < 0,001). Среднее число клубеньков у инокулированных растений составило: ПЭП2 – 11,8±7,6 (p = 0,007, Mann–Whitney), Светлая – 13,6±9,2 (p = 0,007), Fiskeby V – 22,8±33,5 (p = 0,072).

Влияние инокуляции на элементы структуры урожайности трех сортов сои представлено в таблице 3.

Таблица 3

Влияние обработки препаратом Ультрастим на элементы структуры урожайности трёх сортов сои (среднее ± SE)

Признак	Fiskeby V		Светлая		ПЭП2	
	Контроль	Инокуляция	Контроль	Инокуляция	Контроль	Инокуляция
Высота, см	34,4±1,3	33,1±0,8	35,0±1,1	37,9±0,7	29,3±0,7	35,4±1,1
Выс. ниж. боба, см	11,8±1,2	12,1±0,8	13,3±1,0	12,7±0,9	10,9±0,5	11,1±1,0
Узлов с бобами	6,8±0,3	6,3±0,5	6,0±0,4	7,0±0,4	6,1±0,2	7,4±0,4
Бобов/раст.	10,9±0,8	10,9±0,7	9,4±0,6	12,0±1,1	12,3±1,0	15,5±0,9
Бобов/узел	1,6±0,1	1,7±0,1	1,6±0,1	1,7±0,1	2,0±0,2	2,1±0,1
Семян/раст.	26,9±2,0	26,0±1,8	23,4±1,7	26,5±2,0	26,7±2,2	36,1±2,3
Семян/боб	2,5±0,1	2,4±0,1	2,5±0,0	2,2±0,1	2,2±0,1	2,3±0,0
Вес сем./раст., г	4,5±0,4	4,8±0,6	3,0±0,3	3,4±0,3	4,1±0,3	4,9±0,3
Вес сем./боб, г	0,41±0,01	0,45±0,06	0,32±0,01	0,29±0,01	0,33±0,02	0,32±0,01
Масса 1000 семян, г	198,4	135,2	122,8	132,0	151,4	134,0
Примечание: Изменение относительно контроля: Fiskeby V – высота –4%, бобов 0%, семян –3%; Светлая – высота +8%, бобов +28%, семян +13%; ПЭП2 – высота +21%, бобов +26%, семян +35%.						

Двухфакторный дисперсионный анализ выявил значимый главный эффект обработки препаратом Ультрастим для четырёх из девяти изученных признаков (табл. 4): высоты растения (p = 0,003), числа бобов на растении (p = 0,038), числа узлов с бобами (p = 0,049) и числа семян на растении (p = 0,025). Инокуляция оказала наиболее выраженный положительный эффект на высоту растения и сопровождалась увеличением числа бобов, узлов с бобами и семян в среднем по трём сортам. По остальным признакам (высота нижнего боба, число бобов на узел, число семян в бобе, масса семян с растения и масса семян в бобе) главный эффект обработки не достиг уровня значимости.

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа (p-значения)

Признак	Сорт	Обработка	Сорт × Обработка
Высота растения	<0,001	0,003	0,003
Высота нижнего боба	0,103	0,956	0,875
Узлов с бобами	0,751	0,049	0,041
Бобов на растении	<0,001	0,038	0,326
Бобов на узел	0,002	0,266	0,928
Семян на растении	0,006	0,025	0,051
Семян в бобе	0,049	0,398	0,027
Вес семян на растении	<0,001	0,076	0,659
Вес семян в бобе	<0,001	0,848	0,219

Примечание: Жирным выделены значимые эффекты (p < 0,05).

Наряду с главным эффектом обработки, для ряда признаков выявлено значимое взаимодействие сорт × обработка: для высоты растения (p = 0,003), числа узлов с бобами (p = 0,041) и числа семян в бобе (p = 0,027). Выраженность эффекта Ультрастима различалась по сортам: ПЭП2 показал наиболее сильную положительную реакцию – число бобов увеличилось на 26% (12,3 → 15,5), число семян на 35% (26,7 → 36,1), высота на 21% (29,3 → 35,4 см); Светлая – умеренную положительную реакцию: число бобов +28% (9,4 → 12,0), число семян +13% (23,4 → 26,5), высота +8% (35,0 → 37,9 см); Fiskeby V – минимальную реакцию, показатели практически не различались.

Положительный эффект инокуляции на основные компоненты продуктивности сои согласуется с данными мировой литературы. В полевых опытах на северо-востоке Германии инокуляция аборигенными штаммами *Bradyrhizobium* также повышала продуктивность сои, причём эффективность штаммов зависела от конкретного сорта и условий увлажнения [12]. Различная выраженность реакции сортов на Ультрастим (от сильной у ПЭП2 до нейтральной у Fiskeby V) может объясняться генотипической специфичностью бобово-ризобияльного взаимодействия, обусловленной совместимостью эффекторных белков бактерий и рецепторов растения-хозяина [13]. Данные о нодуляции подтверждают, что Ультрастим обеспечивает образование клубеньков на почвах, лишённых аборигенных ризобий сои, причём все три сорта формировали клубеньки. Различная выраженность продуктивного отклика сортов (от сильного у ПЭП2 до нейтрального у Fiskeby V) при сходной нодуляции может определяться генотипической спецификой утилизации фиксированного азота. Опыт Скандинавии показателен: успех возделывания сои на севере определяется не только инокуляцией, но и подбором ультраранних сортов [14].

Однородность дисперсий подтверждена критерием Левена (p > 0,05) для большинства признаков, за исключением числа бобов на узел (p = 0,047) и веса семян в бобе (p = 0,009), для которых результаты ANOVA следует интерпретировать с осторожностью.

Выводы

1. Предпосевная обработка штаммом *R. leguminosarum* bv. *viciae* RCAM1079 из коллекции ВНИИСХМ достоверно увеличила число клубеньков гороха на 11% к контролю (p < 0,001) в полевых условиях Центральной Якутии. Достоверного влияния на параметры продуктивности на уровне всей выборки не выявлено; но по отдельным образцам гороха (табл. 2) положительный эффект инокуляции наблюдался, что указывает на необходимость оценки агрономической отдачи инокуляции в многолетних опытах.

2. Штамм RCAM05664, выделенный из дикорастущего бобового растения *Vicia cracca*, произрастающего в дельте р. Лены (арктическая Якутия), достоверного эффекта на культурном горохе не показал, вероятно, связано с тем, что аборигенные ризобии более конкурентоспособны и эффективнее вступают в ризобияльный симбиоз.

3. Наличие клубеньков на культурном горохе в контрольном варианте (46,4 шт./растение) подтверждает присутствие аборигенных ризобий в почвах Центральной Якутии. Обратная корреляция между числом клубеньков в контроле и эффектом инокуляции согласуется с гипотезой конкуренции интродуцированных и местных штаммов.

4. По предварительным данным инокуляция препаратом Ультрастим (*B. japonicum*) обеспечила образование клубеньков у 13 из 15 обработанных растений при их полном отсутствии в контроле, что свидетельствует об отсутствии или крайне низкой численности аборигенных брадиризобий сои в почвах Центральной Якутии. Инокуляция сопровождалась положительным эффектом на высоту растения, число бобов, узлов с бобами и семян на растении (табл. 3). Наиболее выраженную реакцию показал сорт ПЭП2 (+26% бобов, +35% семян), умеренную – Светлая (+28% бобов, +13% семян), нейтральную – Fiskeby V.

5. Результаты указывают на перспективность предпосевной инокуляции сои для повышения продуктивности в субарктических условиях. Вместе с тем различная отзывчивость сортов на Ультрастим подтверждает целесообразность подбора штамм-сортовых комбинаций и расширения набора испытываемых штаммов, в том числе арктического происхождения.

Работа выполнена в рамках тем Государственного задания № FWRS-2024-0084; ГЗ № FGEM-2022-0002.

Благодарности

Авторы выражают благодарность сотрудникам лаборатории селекции и семеноводства кормовых культур ЯНИИСХ им. М.Г. Сафронова за содействие в проведении полевых опытов.

Литература

1. Кокорина А.Л., Кожемяков А.П. Бобово-ризобиальный симбиоз и применение микробиологических препаратов комплексного действия – важный резерв повышения продуктивности пахотных земель. СПб.: СПбГАУ, – 2010. – 50 с.
2. Дидович С.В., Горгулько Т.В., Пась А.Н., Алексеенко О.П., Бараташвили З.А. Скрининг штаммов клубеньковых бактерий по эффективности симбиотической азотфиксации на бобовых культурах. // Таврический вестник аграрной науки. – 2023. – № 3 (35). – С. 64-73. DOI: 10.5281/zenodo.10135164
3. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. СПб.: Научноёмкие технологии, – 2022. – 124 с.
4. Неустроев А.Н., Алексева В.И., Бардеев И.Ф. Экологическое испытание сортов сои северного экотипа в условиях Центральной Якутии. // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 3. – С. 34-37. DOI: 10.28983/asj.y2021i3pp34-37
5. Конюхов Г.И. Земледелие Якутии. Новосибирск: РАСХН, Сиб. отд-ние, Якут. НИИСХ. – 2005. – С. 203-204.
6. Алехина И.А., Белимов А.А., Карлов Д.С. Поиск арктических бобовых растений и их бактериальных симбионтов в дельте Лены и на плато Путорана. // Российские полярные исследования. – 2023. – № 1 (51). – С. 16-19.
7. Карлов Д.С., Гуро П.В., Сазанова А.Л., Кузнецова И.Г., Тихомирова Н.Ю., Лацинский Н.Н., Павлов И.С., Белимов А.А., Сафронова В.И. Генетическое разнообразие и симбиотическая эффективность микросимбионтов чины болотной (*Lathyrus palustris* L.) и горошка мышиного (*Vicia cracca* L.), произрастающих в Арктической Якутии. // Сельскохозяйственная биология. – 2023. – Т.58. – № 3. – С. 403-415. DOI: 10.15389/agrobiology.2023.3.403rus
8. Вишнякова М.А., Александрова Т.Г., Буравцева Т.В., Бурляева М.О., Егорова Г.П., Семенова Е.В., Сеферова И.В., Степанова И.Л., Яньков И.И. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение. Методические указания. 2-е изд., перераб. и доп. СПб.: ВИР. – 2018. – 143 с. DOI: 10.30901/978-5-905954-79-5

9. Goyal R.K., Mattoo A.K., Schmidt M.A. Rhizobial-host interactions and symbiotic nitrogen fixation in legume crops toward agriculture sustainability // *Frontiers in Microbiology*. 2021. Vol. 12. Art. 669404. DOI: 10.3389/fmicb.2021.669404
10. Prévost D., Bromfield E.S.P. Effect of low root temperature on symbiotic nitrogen fixation and competitive nodulation of *Onobrychis viciifolia* by strains of arctic and temperate rhizobia // *Biology and Fertility of Soils*. 1991. Vol. 12. P. 161-164. DOI: 10.1007/BF00337195
11. Prévost D., Drouin P., Laberge S., Foulds D. Cold-adapted rhizobia for nitrogen fixation in temperate regions // *Canadian Journal of Botany*. 2003. Vol. 81. P. 1153-1161. DOI: 10.1139/b03-113
12. Omari R.A., Yuan K., Anh K.T., Reckling M., Halwani M., Egamberdieva D., Ohkama-Ohtsu N., Bellingrath-Kimura S.D. Enhanced soybean productivity by inoculation with indigenous *Bradyrhizobium* strains in agroecological conditions of Northeast Germany // *Frontiers in Plant Science*. 2021. Vol. 12. Art. 707080. DOI: 10.3389/fpls.2021.707080
13. Тихонович И.А., Борисов А.Ю., Васильчиков А.Г., Жуков В.А., Кожемяков А.П., Наумкина Т.С., Чеботарь В.К., Штарк О.Ю., Яхно В.В. Специфичность микробиологических препаратов для бобовых культур и особенности их производства. // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2012. – № 3. – С. 11-17.
14. Fogelberg F., Recknagel J. Developing soy production in central and northern Europe // *Legumes in Cropping Systems* / Eds. D. Murphy-Bokern et al. Wallingford: CAB International, 2017. P. 109-124. DOI: 10.1079/9781780644981.0109

References

1. Kokorina A.L., Kozhemyakov A.P. Bobovo-rizobial'nyj simbioz i primeneniye mikrobiologicheskikh preparatov kompleksnogo dejstviya – vazhnyj rezerv povysheniya produktivnosti pakhotnykh zemel' [Legume-rhizobial symbiosis and application of complex-action microbial preparations as an important reserve for increasing arable land productivity]. Saint Petersburg, SPbGAU, 2010, 50 p. (In Russian)
2. Didovich S.V., Gorgul'ko T.V., Pas' A.N. et al. Skринing shtammov kluben'kovykh bakterij po ehffektivnosti simbioticheskoj azotfiksatsii na bobovykh kul'turakh [Screening of nodule bacteria strains for symbiotic nitrogen fixation efficiency on legume crops]. *Tavrisheskij vestnik agrarnoj nauki*, 2023, no. 3 (35), pp. 64-73. (In Russian)
3. *Tretij otsenochnyj doklad ob izmeneniyakh klimata i ikh posledstviyakh na territorii Rossijskoj Federatsii. Obshhee rezyume* [Third assessment report on climate change and its consequences on the territory of the Russian Federation. Executive summary]. Saint Petersburg, Naukoemkie tekhnologii, 2022, 124 p. (In Russian)
4. Neustroev A.N., Alekseeva V.I., Bardeev I.F. Ehkologicheskoe ispytanie sortov soi severnogo ekotipa v usloviyakh Tsentral'noj Yakutii [Ecological testing of northern ecotype soybean cultivars under conditions of Central Yakutia]. *Agrarnyj nauchnyj zhurnal*, 2021, no. 3, pp. 34-37. DOI: 10.28983/asj.y2021i3pp34-37 (In Russian)
5. Konyukhov G.I. *Zemledelie Yakutii* [Agriculture of Yakutia]. Novosibirsk, 2005, pp. 203-204. (In Russian)
6. Alekhina I.A., Belimov A.A., Karlov D.S. Poisk arkticheskikh bobovykh rastenij i ikh bakterial'nykh simbiotov v del'te Leny i na plato Putorana [Search for arctic leguminous plants and their bacterial symbionts in the Lena Delta and on the Putorana Plateau]. *Rossijskie polyarnye issledovaniya*, 2023, no. 1 (51), pp. 16-19. (In Russian)
7. Karlov D.S., Guro P.V., Sazanova A.L. et al. Geneticheskoe raznoobrazie i simbioticheskaya ehffektivnost' mikrosimbiotov chiny bolotnoj (*Lathyrus palustris* L.) i goroshka myshinnogo (*Vicia cracca* L.), proizrastayushhikh v Arkticheskoy Yakutii [Genetic diversity and symbiotic efficiency of microsymbionts of marsh vetch and mouse pea growing in Arctic Yakutia]. *Sel'skokhozyajstvennaya biologiya*, 2023, vol. 58, no. 3, pp. 403-415. DOI: 10.15389/agrobiol.2023.3.403rus (In Russian)
8. Vishnyakova M.A., Buravtseva T.V., Burlyaeva M.O. et al. *Kollektsiya mirovykh geneticheskikh resursov zernovykh bobovykh VIR: popolnenie, sokhraneniye i izuchenie* [Collection of world genetic

- resources of grain legumes at VIR: replenishment, conservation and study]. Saint Petersburg, VIR, 2018, 143 p. DOI 10.30901/978-5-905954-79-5. (In Russian)
9. Goyal R.K., Mattoo A.K., Schmidt M.A. Rhizobial–host interactions and symbiotic nitrogen fixation in legume crops toward agriculture sustainability. *Frontiers in Microbiology*, 2021, vol. 12, art. 669404. DOI: 10.3389/fmicb.2021.669404
 10. Prévost D., Bromfield E.S.P. Effect of low root temperature on symbiotic nitrogen fixation and competitive nodulation of *Onobrychis viciifolia* by strains of arctic and temperate rhizobia. *Biology and Fertility of Soils*, 1991, vol. 12, pp. 161–164. DOI: 10.1007/BF00337195
 11. Prévost D., Drouin P., Laberge S. et al. Cold-adapted rhizobia for nitrogen fixation in temperate regions. *Canadian Journal of Botany*, 2003, vol. 81, pp. 1153–1161. DOI: 10.1139/b03-113
 12. Omari R.A., Yuan K., Anh K.T. et al. Enhanced soybean productivity by inoculation with indigenous Bradyrhizobium strains in agroecological conditions of Northeast Germany *Frontiers in Plant Science*. 2021. Vol. 12. Art. 707080. DOI: 10.3389/fpls.2021.707080
 13. Tikhonovich I.A., Borisov A.Yu., Vasil'chikov A.G. et al. Spetsifichnost' mikrobiologicheskikh preparatov dlya bobovykh kul'tur i osobennosti ikh proizvodstva [Specificity of microbial preparations for legume crops and features of their production]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2012, no. 3, pp. 11–17. (In Russian)
 14. Fogelberg F., Recknagel J. Developing soy production in central and northern Europe. *Legumes in Cropping Systems*. Eds. D. Murphy-Bokern et al. Wallingford, CAB International, 2017, pp. 109–124 DOI 10.1079/9781780644981.0109

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ОТЗЫВЧИВОСТИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТООБРАЗЦОВ СОИ НА ИНОКУЛЯЦИЮ РАЗЛИЧНЫМИ ШТАММАМИ КЛУБЕНЬКОВЫХ БАКТЕРИЙ В УСЛОВИЯХ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Г. ВАСИЛЬЧИКОВ, кандидат биологических наук, E-mail: vasilchickov.an@yandex.ru

В.И. ПАНАРИНА, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0002-8038-343X, E-mail: ver1183@yandex.ru

ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

Аннотация. Статья посвящена исследованию эффективности различных штаммов клубеньковых бактерий при выращивании сои в условиях Орловской области. Актуальность исследования обусловлена растущим мировым спросом на сою как источник растительного белка и высокой рентабельностью культуры. Для оптимизации азотфиксации и урожайности необходим подбор штаммов бактерий под конкретные сорта. Полевые опыты проведены с 4 перспективными сортообразцами сои – Л-19, Трезубец, Алиса, Слава и контролем – сорт Ланцетная. Изучалось влияние инокуляции штаммами клубеньковых бактерий *Bradyrhizobium japonicum* 634б, 645б, 650б и внесения минерального азота. Основные результаты показали, что реализация потенциала симбиоза сои с клубеньковыми бактериями ограничивается рядом факторов: кислотностью почвы, содержанием микроэлементов, погодно-климатическими условиями и сортоспецифичностью ризобактерий. Показано, что подбор штаммов бактерий должен осуществляться индивидуально для каждого сорта. Линия Трезубец и сорт Алиса показали наибольшую симбиотическую активность в контрольных вариантах: 24,2 клубенька (259 мг/растение) и 21,1 клубенька (195 мг/растение) соответственно. Сорт Ланцетная наиболее отзывчив на применение N_{60} и штаммов 634б и 645б (прирост урожайности до 0,23 т/га). Сорт Слава реагирует как на минеральный азот, так и на исследуемые штаммы (урожайность 3,07-3,10 т/га), но отличается высокой вариативностью признака. Сорт Алиса демонстрирует стабильность урожайности при применении азотных удобрений и штамма 650б (3,17 и 3,10 т/га; $V = 5,25\%$ и $4,21\%$). Линия Л-19 выделяется высокой базовой урожайностью и наименьшими колебаниями от года и агроприёмов; максимальный результат – 3,37 т/га при инокуляции штаммом 650б. Практическая значимость работы заключается в выявлении эффективных сорто-микробных комбинаций, позволяющих повысить урожайность сои без значительного применения минеральных удобрений.

Ключевые слова: соя, сорт, штаммы *Bradyrhizobium japonicum*, симбиоз, урожайность, инокуляция.

Для цитирования: Комплексная оценка отзывчивости перспективных сортообразцов сои на инокуляцию различными штаммами клубеньковых бактерий в условиях Орловской области. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2026. № 2 (58): 50-57. DOI: 10.24412/2309-348X-2026-2-50-57

COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE RESPONSIVENESS OF PROMISING SOYBEAN CULTIVARS TO INOCULATION WITH VARIOUS STRAINS OF NODULE BACTERIA IN THE OREL REGION

A.G. Vasil'chikov, V.I. Panarina

FSBSI FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS

Abstract. The article is devoted to the study of the effectiveness of various strains of nodule bacteria in soybean cultivation in the Orel region. The relevance of the study is due to the growing

*global demand for soybeans as a source of vegetable protein and the high profitability of the crop. To optimize nitrogen fixation and yield, it is necessary to select bacterial strains for specific varieties. Field experiments were conducted with 4 promising soybean cultivars (L-19, Trident, Alice, Slava) and a control (Lancet variety). The effect of inoculation with nodule bacteria *Bradyrhizobium japonicum* 634b, 645b, 650b and the introduction of mineral nitrogen was studied. The main results showed that the realization of the symbiosis potential of soybeans with nodule bacteria is limited by a number of factors: soil acidity, trace element content, weather and climatic conditions, and the variety specificity of rhizobacteria. It is shown that the selection of bacterial strains should be carried out individually for each variety. The Trident line and the Alice variety showed the greatest symbiotic activity in the control variants: 24.2 nodules (259 mg/plant) and 21.1 nodules (195 mg/plant), respectively. The Lanceolate variety is most responsive to the use of N60 and strains 634b and 645b (yield increase up to 0.23 t/ha). The Slava variety reacts to both mineral nitrogen and the studied strains (yield 3.07-3.10 t/ha), but is characterized by high variability of the trait. The Alice variety demonstrates yield stability when using nitrogen fertilizers and strain 650b (3.17 and 3.10 t/ha; V = 5.25% and 4.21%). The L-19 line stands out for its high base yield and the smallest fluctuations from year to year and agricultural practices; the maximum result is 3.37 t/ha when inoculated with strain 650b. The practical significance of the work lies in the identification of effective variety-microbial combinations that can increase soybean yields without significant use of mineral fertilizers.*

Keywords: soybean, variety, strains of *Bradyrhizobium japonicum*, symbiosis, yield, inoculation.

Рост производства сои обусловлен высоким спросом на данную культуру как на источник сбалансированного растительного белка по аминокислотному составу, относительной простотой выращивания и высокой рентабельностью данной продукции. Соя – это важнейшая белково-масличная культура мирового значения. Ее семена содержат 30-55% белка, до 25% жиров, около 30% углеводов, огромное количество полезных витаминов, макро- и микроэлементов. Роль сои в обеспечении народонаселения земного шара играет всё большую роль. В 2025 году мировое производство сои составило 426 миллионов тонн (+5 миллионов к урожаю прошлого года). В России в 2025 году намолочено 9.4 млн тонн сои (+1,7 млн тонн к урожаю 2024 года) [1]. Ценность сои, помимо пищевых и кормовых достоинств, определяется тем, что ее растения вступают в симбиоз со штаммами бактерий формируя высокоэффективную растительно-микробную систему, осуществляющую процесс биологической азотфиксации. Инокуляция растений высокоэффективными штаммами клубеньковых бактерий повышает продуктивность бобовых в среднем на 10-25% [2].

Благодаря симбиозу соя использует до 200 кг/га азота поглощённого клубеньковыми бактериями из воздуха и превращенного в доступную форму для растений, удовлетворяя на 60-70% потребности растений сои и являясь тем самым хорошим предшественником для последующих культур [3]. Эффективным способом повышения продуктивности сои является поиск новых более активных штаммов ризобий и бактериализация семян препаратами, изготовленными на основе этих штаммов. Наличие такого явления как сорто-штаммовая специфичность позволяет подобрать штаммы, наиболее эффективно взаимодействующие с определенными сортами сои. В Бразилии селекция высокоэффективных штаммов ризобий и инокуляция ими высеваемых сортов сои позволяет экономить ежегодно до 43.5 миллиардов долларов США за счет выращивания сои без применения азотных удобрений [4]. Аналогичная работа проводится и в европейских странах [5, 6]. Российские ученые также ведут поиск комплементарной связи различных штаммов *Bradyrhizobium japonicum* и сортов сои [7]. Установлено, что при формировании эффективного функционирования биосистемы симбионтов увеличивается количество и масса клубеньков, урожайность, масса 1000 семян, повышается продуктивность надземной массы растений сои [8, 9].

Проведенный комплекс оценки отзывчивости перспективных сортообразцов сои на инокуляцию различными штаммами клубеньковых бактерий в условиях Орловской области позволил выявить наиболее эффективные симбиотические комбинации.

Методика исследований

Научные исследования проводили в 2021-2023 гг. в ФНЦ зернобобовых и крупяных культур на базе селекционно-семеноводческого центра сои. Почва опытного участка темно-серая лесная тяжелосуглинистая с пахотным слоем 28-30 см. Уровень плодородия характеризовался следующими показателями: рН солевой вытяжки – 4,9-5,0, содержание гумуса – 4,7-5,4%, содержание подвижных форм питательных веществ на 100г почвы: P₂O₅ по Кирсанову – 10,7-22,6мг, K₂O по Кирсанову – 10,7-12,3мг. Предшественник – пар. Полевые опыты проводили с 4 перспективными сортообразцами сои – Л-19, Трезубец, Алиса и Слава. В качестве стандарта использовали сорт сои Ланцетная (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика сортов и линий, используемых в опыте

№ п/п	Название сортообразца	Год районирования	Период вегетации, суток	Тип роста стебля	Максимальная урожайность, т/га	Содержание белка, %
1	Ланцетная	2005	91 - 105	Детерминантный	3,0	37,0
2	Алиса	2022	107 - 111	Детерминантный	4,5	35,0
3	Слава	2026	107 - 111	Индетерминантный	3,1	38,0
4	Линия Трезубец	-	105 - 110	Детерминант	3,1	42,0
5	Линия Л-19	-	105 - 110	Детерминант	3,3	42,0

На каждом сорте закладывали следующие варианты: контроль без инокуляции, вариант с внесением минерального азота в дозе 60 кг действующего вещества на гектар и варианты с инокуляцией штаммами 634 б, 645 б и 650 б. Источником получения штаммов 634 б и 645 б являются клубеньки культурной сои (Грузии), для штамм 650 б – клубенек *Glycine max* (согласно каталогу Коллекции культурных сельскохозяйственных микроорганизмов (ВКСМ)). Все они имеют высокую конкурентоспособность, эффективность и обладают ростостимулирующими свойствами. Нитрагин для инокуляции получали из ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии (г. Пушкин, Санкт-Петербург). Повторность опытов четырехкратная. Площадь опытных делянок – 10 м². Инокуляцию семян проводили в день посева. Посев – широкорядный, ширина междурядий – 45 см. Норма высева – 600 тысяч всхожих семян на 1 га. Сев производили сеялкой СКС-6-10. Учёт урожая семян – поделяночно путем сплошного обмолота комбайном ZURN 150. Закладку, проведение полевых опытов, учет урожая, статистическую обработку урожайных данных проводили по методике Б.А. Доспехова (1985), Методики государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989). Определение биохимических показателей соевых бобов (протеин, жир) производили на анализаторе зерна Infratec 1241 (Foss, Denmark).

Погодно-климатические условия в годы проведения опытов, в первую очередь температурный режим, можно охарактеризовать как благоприятный для роста и развития сои. Среднемесячная температура с мая по август была на уровне среднепогодных значений или превышала их (табл. 2). Количество выпавших осадков и характер их распределения несколько отставали от оптимальных значений необходимых для комфортного развития сои в нашем регионе (300-350 мм за вегетацию).

Таблица 2

Метеорологические условия в период вегетации сои в 2021-2023 гг.

Показатели		Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	ГТК= Σосадков Σэффкт. tt x 10
Ср. многолетние осадки		48,0	65,0	87,0	55,	55,0	
Ср. многолетняя температура, t°		14,2	17,9	19,8	18,5	12,9	
Осадки	2021	72,1	40,7	51,1	49,8	129,5	-
	2022	51,1	52,5	63,5	32,2	111,0	-
	2023	16,8	55,9	77,3	43,9	0	-
Ср. температура	2021	13,9	19,8	22,3	20,5	10,6	1,9
	2022	11,5	19,1	19,1	21,8	9,9	2,2
	2023	12,9	17,1	19,2	20,3	15,3	1,2

Определяющим фактором было наличие достаточного количества влаги в период формирования и налива репродуктивных органов (июль-август). Количество осадков в этот период за годы проведения опытов составляло в среднем 100 миллиметров, что и позволило получить достаточно высокие урожаи семян.

Результаты исследований

Растения сои способны формировать эффективный симбиоз с определёнными видами клубеньковых бактерий, что подтверждено многочисленными исследованиями. Однако реализация этого потенциала ограничивается рядом факторов, среди которых ключевыми являются: кислотность почвы, содержание микроэлементов, неблагоприятные погодно-климатические условия и сортоспецифичность ризобактерий. Последняя особенность убедительно продемонстрирована в ряде научных работ, что подчёркивает необходимость целенаправленного подбора штаммов клубеньковых бактерий для конкретных сортов сои с целью оптимизации азотфиксации и повышения урожайности.

Результаты исследований показывают, что сорт Алиса и линия Трезубец на контрольных вариантах взаимодействуя с клубеньковыми бактериями из состава почвенной популяции в среднем за три года формировали наибольшие показатели симбиотической активности (табл. 3). Так, линия Трезубец образовала 24,2 клубенька с общей массой 259 мг/растение, а сорт Алиса – 21,1 шт. с массой 195 мг/растение. Обработка различными штаммами бактерий выявляет сортоспецифичность их взаимодействия. Бактеризация семян сои штаммами *Bradyrhizobium japonicum* 6506 сортов Ланцетная и Слава обеспечила формирование 20,9 и 25,5 штук клубеньков на одно растение, а их массу 183 и 175 мг/растение, соответственно. Тогда как линия Л-19 наибольшую отзывчивость проявила при использовании штамма 6456, и в симбиозе было сформировано 22,3 клубенька на корнях одного растения, а масса составила 198 мг. При этом все исследуемые сортообразцы на фоне внесенного азота формировали наименьшие показатели симбиотической активности, причем снижение массы клубеньков было выражено в большей степени. Это объясняется более быстрым усвоением азота удобрений, и соответственно, снижением его ингибирующего эффекта.

Таблица 3

Влияние инокуляции на показатели симбиотической активности сортов и линий сои, фаза R₁, среднее за 2021-2023 гг.

Варианты	Сорт Ланцетная	Линия Л-19	Линия Трезубец	Сорт Алиса	Сорт Слава	\bar{x} по варианту
Количество клубеньков, штук/растение						
Контроль	16,4	21,8	24,2	21,1	19,3	20,5
№ ₆₀	13,9	16,6	16,4	17,9	16,0	16,2
Штамм 6346	17,1	18,7	22,2	18,1	21,1	19,4
Штамм 6456	20,4	22,3	22,0	21,1	22,2	21,6
Штамм 6506	20,9	22,4	17,1	15,4	25,5	20,3
\bar{x} по сорту	17,7	20,4	20,4	18,7	20,8	-
Масса клубеньков, мг/растение						
Контроль	151	168	259	195	142	183
№ ₆₀	67	75	78	80	79	76
Штамм 6346	140	147	226	146	163	164
Штамм 6456	160	198	220	180	172	187
Штамм 6506	183	153	155	145	175	162
\bar{x} по сорту	140	148	187	145	146	-

Структурный анализ показал, что количественные признаки в большей степени зависели от сортовых особенностей (табл. 4). Так, при инокуляции и внесении азотных удобрений, сухая масса растений сортообразцов Ланцетная и Трезубец увеличивалась на 10-12% и 15-20% соответственно по сравнению с контролем. Применение штаммов оказало наибольшее влияние на линию Л-19 (6346 – 20% к контролю) и сорт Алиса (6456 и 6506 –

Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» № 2 (58) 2026 г. (32% к контролю). На сорте сои Слава внесение N₆₀ привело к приросту массы растения до 36,6% относительно контрольного варианта.

Таблица 4

Хозяйственно-ценные признаки растений сои, фаза полной спелости, среднее за 2021-2023 гг.

Варианты	Масса, г		Количество, шт/растение		Масса 1000 семян г	К хоз.	Содержание белка, %
	Одного растения	Семян/растения	Бобов	Семян			
Сорт Ланцетная							
Контроль	17,3	7,87	21,7	55,2	142,4	0,46	40,8
N ₆₀	19,3	8,82	27,7	63,4	139,5	0,46	41,1
Штамм 6346	19,4	8,75	28,5	63,2	138,3	0,46	41,0
Штамм 6456	18,9	9,00	28,2	63,5	141,7	0,48	41,1
Штамм 6506	19,5	8,62	27,3	62,4	138,1	0,44	41,0
\bar{x} по сорту	18,9	8,61	27,4	61,5	140,0	0,45	41,0
Линия Л-19							
Контроль	22,1	9,20	28,2	63,3	155	0,44	41,9
N ₆₀	24,3	10,8	29,9	67,2	160	0,44	41,9
Штамм 6346	26,7	11,6	32,3	74,0	156	0,44	42,0
Штамм 6456	22,8	9,96	28,0	61,6	161	0,44	41,8
Штамм 6506	24,6	11,1	30,6	68,9	160	0,45	41,7
\bar{x} по сорту	24,1	10,5	29,8	67,0	158	0,44	41,9
Линия Трезубец							
Контроль	18,9	8,40	23,7	54,5	154	0,44	41,8
N ₆₀	22,3	10,0	27,9	65,3	153	0,45	42,1
Штамм 6346	21,0	9,69	26,7	61,3	158	0,45	41,4
Штамм 6456	22,6	10,4	28,2	66,9	154	0,45	41,6
Штамм 6506	20,8	9,30	25,8	58,7	157	0,45	41,5
\bar{x} по сорту	21,1	9,56	26,4	61,3	155	0,45	41,7
Сорт Алиса							
Контроль	18,8	8,2	23,0	52,8	155	0,44	41,8
N ₆₀	21,3	10,2	27,3	64,7	158	0,44	41,6
Штамм 6346	22,8	10,2	28,2	66,1	154	0,45	41,9
Штамм 6456	24,8	11,2	30,6	71,0	157	0,45	41,7
Штамм 6506	24,9	10,9	30,4	70,6	155	0,44	41,9
\bar{x} по сорту	22,5	10,1	27,9	65,0	156	0,44	41,8
Сорт Слава							
Контроль	19,1	8,5	23,3	53,5	159	0,43	39,8
N ₆₀	26,1	11,4	30,8	71,0	161	0,44	40,0
Штамм 6346	24,9	10,5	29,1	65,9	159	0,43	40,3
Штамм 6456	24,0	9,8	26,8	62,7	158	0,42	39,7
Штамм 6506	25,5	10,6	29,5	66,8	158	0,43	39,7
\bar{x} по сорту	23,9	10,2	27,9	64,0	159	0,43	39,9

Исследуемые приемы также повлияли на формирование продуктивных органов. Наибольшее количество бобов и семян на сорте Ланцетная наблюдалось при бактериализации штаммами 6346 и 6456, а также при внесении минерального азота. Эти показатели составили 27,7-28,5 шт/растение для бобов и 63,2-63,5 шт/растение для семян. Штамм 6346 увеличил количество бобов на 14,5% и семян на 16,9% по сравнению с контролем у линии Л-19. Взаимодействие растений сорта Алиса со штаммами 6456 и 6506 привело к увеличению количества бобов на 33,0% и 32,2% соответственно, а количества семян с растения – на 34,5% и 33,7%. Линия Трезубец показала положительную реакцию на применение азотных удобрений и штамма 6456, сформировав 27,9 и 28,2 бобов, а также 66,9 и 65,3 семян с растения.

На донорно-акцепторные отношения между генеративными органами и ассимиляционным аппаратом не оказало влияние применение штаммов бактерий и минерального азота, так же как и между исследуемыми сортами и линиями. Коэффициент хозяйственной эффективности (К хоз.) варьировал в узком диапазоне (0,42-0,48). Содержание белка в семенах оставалось стабильным в рамках каждого сорта, незначительные колебания не превышали 0,5-1,0%. Масса 1000 семян не имела существенных различий в зависимости от применяемого штамма или азотных удобрений. Однако были выявлены существенные сортовые отличия: для сорта Ланцетная этот показатель составил 140 грамм, в то время как у других сортообразцов он варьировался в пределах 155-159 грамм.

Оценка урожайности показала, что в 2022 году сложились наиболее благоприятные погодно-климатические условия для реализации продуктивных возможностей растениями сои (табл. 5). На всех изучаемых сортах данный показатель варьировал от 3,20 до 3,54 т/га. По фактору сорта в условиях 2022 года наиболее высокий урожай сформировали сорта Слава – 3,54 т/га и Ланцетная – 3,47 т/га, что связано с индетерминантным типом роста стебля у первого сорта и раннеспелостью у второго. Также по фактору сорта вариативность признака была наименьшей, кроме сорта Слава, и составила 2,02-3,13%. Менее благоприятными годами для формирования высокой продуктивности растениями сои были 2023 и 2021 гг. – урожайность варьировала от 2,43 до 3,28 т/га и от 2,46 до 3,25 т/га, соответственно.

Таблица 5

Урожайность сортов и линий сои (т/га), 2021-2023 гг.

Варианты	2021	2022	2023	\bar{x}	V, %
Сорт Ланцетная					
Контроль	2,24	3,37	3,08	2,90	20,26
№ ₆₀	2,61	3,56	3,43	3,20	16,10
Штамм 634б	2,48	3,53	3,36	3,12	18,04
Штамм 645б	2,66	3,40	3,33	3,13	13,05
Штамм 650б	2,30	3,50	3,20	3,00	20,82
\bar{x} по сорту	2,46	3,47	3,28	-	-
V, %	7,53	2,39	4,25	-	-
Линия Л-19					
Контроль	3,16	3,24	2,96	3,12	4,62
№ ₆₀	3,33	3,33	3,05	3,24	4,99
Штамм 634б	3,15	3,42	3,15	3,24	4,81
Штамм 645б	3,41	3,37	3,04	3,27	6,20
Штамм 650б	3,22	3,31	3,01	3,18	4,84
\bar{x} по сорту	3,25	3,33	3,04	-	-
V, %	3,47	2,02	2,29	-	-
Линия Трезубец					
Контроль	2,71	3,14	2,97	2,94	7,37
№ ₆₀	2,99	3,38	3,18	3,18	6,13
Штамм 634б	2,87	3,22	2,91	3,00	6,39
Штамм 645б	2,89	3,34	3,09	3,11	7,26
Штамм 650б	2,81	3,19	3,15	3,05	6,85
\bar{x} по сорту	2,85	3,25	3,06	-	-
V, %	3,62	3,13	3,80	-	-
Сорт Алиса					
Контроль	2,79	3,08	2,95	2,94	4,94
№ ₆₀	2,99	3,32	3,19	3,17	5,25
Штамм 634б	2,88	3,14	3,06	3,03	4,40
Штамм 645б	2,88	3,23	3,04	3,05	5,74
Штамм 650б	3,06	3,25	3,00	3,10	4,21
\bar{x} по сорту	2,92	3,20	3,05	-	-
V, %	3,62	2,95	2,95	-	-

Сорт Слава					
Контроль	2,98	3,11	2,31	2,80	15,33
N ₆₀	3,15	3,78	2,38	3,10	22,59
Штамм 634б	3,31	3,48	2,48	3,09	17,35
Штамм 645б	3,13	3,68	2,41	3,07	20,72
Штамм 650б	3,07	3,67	2,55	3,10	18,10
\bar{x} по сорту	3,13	3,54	2,43	-	-
V, %	3,88	7,50	3,81	-	-
НСР ₀₅	Для сорта 0,14, для штамма - 0,09т/га - 2021 год				
	Для сорта 0,1, для штамма - 0,1т/га - 2022 год				
	Для сорта 0,12, для штамма -0,15т/га - 2023 год				

Рассматривая сортовую специфику формирования урожайности при применении штаммов клубеньковых бактерий и азотных удобрений было установлено, что сорт Ланцетная наиболее отзывчив на применение N₆₀, а штаммы 634б и 645б дают прирост до 0,23 т/га относительно контроля. Высокий коэффициент вариации на данном сорте, не зависимо от агроприема, свидетельствует о формировании нестабильной продуктивности у данного сорта. Сорт сои Слава отзывчив на применение не только минерального азота, но и исследуемых штаммов, что позволило сформировать растениям урожайность от 3,07 до 3,10 т/га. Однако высокая вариативность (15,33-22,59%) данного показателя указывает на нестабильность признака и зависимость от условий года. Продуктивность растений сорта Алиса в исследуемых вариантах была наибольшей при применении азотных удобрений и штамма 650б и составила 3,17 и 3,10 т/га, соответственно. Данные варианты отмечались и стабильностью урожайности (V составил 5,25 и 4,21%). Линия Трезубец наиболее отзывчива была на применение N₆₀ и инокуляцию штаммом 645б – прирост урожайности составил 0,24 и 0,17 т/га, по сравнению с контрольным вариантом. Перспективная линия Л-19 отличилась в годы исследований высокой базовой урожайностью с наименьшими ее колебаниями от года и агроприемов. Наибольшая урожайность была сформирована растениями данного сорта при инокуляции штаммом 650б – 3,37 т/га, а также штаммом 634б и применением минерального азота – 3,24 т/га.

Таким образом, для достижения максимальной и стабильной урожайности сои необходимо индивидуально подбирать штаммы клубеньковых бактерий и дозы азотных удобрений в зависимости от сортовых особенностей. Сорта, такие как Алиса и перспективная линия Л-19, демонстрируют потенциал для стабильного получения высоких урожаев при правильном применении агротехнических приемов.

Заключение

По результатам исследований, проведенных в 2021-2023 годах, получены экспериментальные данные по эффективности симбиоза сорто-микробных систем сои. Установлено, что разные сорта по-разному реагируют на применение штаммов бактерий и минерального азота. Так, наиболее эффективным в среднем за три года было сочетание штамма 634б с линией Л-19 – прибавка урожайности составила 0,12 т/га, сортом Ланцетная – 0,22 т/га, сортам Слава – 0,29 т/га; штамма 645б с линией Трезубец – 0,17 т/га линией Л 19 – 0,15 т/га, сортом Ланцетная – 0,23 т/га; штаммом 650б с сортом Алиса – 0,16 т/га и сортом Слава – 0,30 т/га.

Внесение минерального азота, снижает показатели симбиотической активности (количество и массу клубеньков), так как растения предпочитают усваивать готовый азот из удобрений. В связи, с чем все исследуемые сортообразцы формировали высокую урожайность на варианте с внесением N₆₀, но при этом имели низкие показатели симбиотической активности. Сорт Алиса и линии Трезубец и Л-19 демонстрируют более стабильную урожайность в различных условиях и агроприемах, что делает их более надежными для производства.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ по Гранту 075-15-2021-546.

Литература

1. Сбор основных масличных культур в РФ в 2025 г. составит 32,6 млн тонн [Электронный ресурс]. URL: <https://www.finmarket.ru/news/6510767> (дата обращения 18.12 2025 г.)
2. Якименко М.В., Бегун С.А., Сорокин А.И. Биологическая оценка ризобияльных препаратов, используемых при возделывании сои в Амурской области. // *Естественные и технические науки*. – 2019. – №10 (136). – С. 45-51.
3. Шабалкин А.В., Дубинкина Е.А., Беляев Н.Н. Влияние обработки семян и вегетирующих растений сои микробиологическими удобрениями на урожайность и качество продукции в условиях Центрально-Черноземного региона. // *Аграрная Россия*. – 2020. – №9. – С. 12-16.
4. Как оздоровление почвы с инокулянтами для сои обеспечило миллиарды бразильской экономике [Электронный ресурс]. URL: <https://www.agroxxi.ru/gazeta-zaschita-rastenii/zrast/kak-ozdorovlenie-pochvy-s-inokuljantami-dlja-soi-obespechilo-milliardy-brazilskoi-yekonomike.html> (дата обращения 18.12 2025 г.)
5. Бельгия намерена приступить к национальному соеводству [Электронный ресурс]. URL: <https://oilworld.ru/analytics/worldmarket/347924> (дата обращения 19.12 2025 г.)
6. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.agroxxi.ru/mirovye-agronovosti/severnoe-soevodstvo-v-belgii-vyvodit-na-novyi-yetap-razvitija-s-mestnymi-rizobijami.html> (дата обращения 19.12 2025 г.)
7. Васильчиков А.Г., Акулов А.С. Поиск высокоэффективных инокулянтов для перспективных сортообразцов сои. // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2019. – №4 (32) – С. 66-71.
8. Бутовец Е.С., Лукьянчук Л.М. Результаты испытания штаммов ризобий видов *Bradyrhizobium japonicum* и *Sinorhizobium fredii* на сортах сои Сфера и Муссон в условиях Приморья. // *Достижения науки и техники АПК*. – 2020. – Т.34. – № 8. – С. 66-69. doi: 10.24411/0235-2451-2020-10811.
9. Якименко М.В., Сорокина А.И. Результаты отбора чистых культур с хозяйственно полезными свойствами из дальневосточных природных популяций ризобий сои. // *Вестник ДВО РАН*. – 2022. – № 3. – С. 118-127. <http://dx.doi.org/10.37102/0869-7698-2022-223-03-12>.

References

1. The harvest of the main oilseeds in the Russian Federation in 2025 will amount to 32.6 million tons. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://www.finmarket.ru/news/6510767> (accessed 18.12. 2025)
2. Yakimenko M.V., Begun S.A., Sorokin A.I. Biological assessment of rhizobial preparations used in soybean cultivation in the Amur region. *Estestvennye i tekhnicheskie nauki*. 2019, no.10 (136), pp.45-51.
3. Shabalkin A.V., Dubinkina E.A., Belyaev N.N. The effect of soybean seed and vegetative plant treatment with microbiological fertilizers on yield and product quality in the Central Chernozem region. *Agrarnaya Rossiya*. 2020, no.9, pp.12-16.
4. How soil improvement with soy inoculants provided billions to the Brazilian economy [Electronic resource]. URL: <https://www.agroxxi.ru/gazeta-zaschita-rastenii/zrast/kak-ozdorovlenie-pochvy-s-inokuljantami-dlja-soi-obespechilo-milliardy-brazilskoi-yekonomike.html> (accessed 18.12. 2025)
5. Belgium intends to start national soybean production [Electronic resource].URL: <https://oilworld.ru/analytics/worldmarket/347924> (accessed 19.12 2025)
- 6.[Elektronnyi resurs]. URL: <https://www.agroxxi.ru/mirovye-agronovosti/severnoe-soevodstvo-v-belgii-vyvodit-na-novyi-yetap-razvitija-s-mestnymi-rizobijami.html> (accessed 19.12. 2025).
7. Vasil'chikov A.G., Akulov A.S. Search for highly effective inoculants for promising soybean cultivars. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2019, no.4(32), pp.66-71.
8. Butovets E. S., Luk'yanchuk L. M. The results of testing rhizobium strains of *Bradyrhizobium japonicum* and *Sinorhizobium fredii* species on soy varieties Sphere and Monsoon in Primorye. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2020, Vol. 34, no. 8, pp. 66-69, DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10811.
9. Yakimenko M.V., Sorokina A.I. The results of the selection of pure crops with economically useful properties from the Far Eastern natural populations of soybean rhizobia. *Vestn. DVO RAN*. 2022, no. 3, pp. 118-127. http://dx.doi.org/10.37102/0869-7698_2022_223_03_12.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ СИМБИОТРОФНОГО ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ СОИ

К.Ю. ЗУБАРЕВА, кандидат биологических наук, ORCID ID: 0000-0002-7083-6730,
E-mail: kristi_orel@bk.ru

Т.А. ХРЫКИНА, старший научный сотрудник, ORCID ID:0000-0003-2037-6059

ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

***Аннотация.** В статье приведены результаты исследования влияния применения полифункциональных микроорганизмов в составе биопрепаратов посредством предпосевной обработки семян и фолитарных подкормок вегетирующих растений на работу симбиотического аппарата у разных сортов сои. Научная новизна – выявлены особенности влияния комбинированного внесения биопрепаратов, содержащих, в том числе, новые штаммы ризосферных микроорганизмов и их метаболитов, на количество, массу азотфиксирующих клубеньков и их нитрогеназную активность на корневой системе сои разных сортов селекции ФНЦ ЗБК. Определена корреляционная связь между показателями деятельности азотфиксирующего симбиотического аппарата растений сои и ее урожайностью для исследуемых объектов в условиях темно-серой лесной почвы Орловской области.*

Ключевые слова: соя, сорт, симбиоз, нитрогеназная активность, микроорганизмы.

Для цитирования: Зубарева К.Ю., Хрыкина Т.А. Интенсификация процессов симбиотрофного питания растений сои. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2026. № 2 (58): 58-66. DOI: 10.24412/2309-348X-2026-2-58-66

INTENSIFICATION OF SYMBIOTROPHIC NUTRITION PROCESSES OF SOYBEAN PLANTS

K. Yu. Zubareva, T.A. Khrykina

FSBSI FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS, Orel

***Abstract:** The objective of this study was to investigate the impact of using multifunctional microorganisms in biopreparations through pre-sowing seed treatment and foliar feeding of vegetative plants on the functioning of the symbiotic system in different soybean varieties. The scientific novelty lies in the identification of the effects of combined application of biopreparations, including new strains of rhizospheric microorganisms and their metabolites, on the number and weight of nitrogen-fixing nodules and their nitrogenase activity in the root system of soybean varieties bred at the Federal Scientific Center of Legumes and Groat Crops. A correlation was determined between the activity indicators of the nitrogen-fixing symbiotic apparatus of soybean plants and its yield for the studied varieties in the conditions of dark gray forest soil of the Orel region.*

Keywords: variety, soybean, symbiosis, nitrogenase activity, microorganisms.

Интенсификация симбиотрофного питания растений сои – это комплекс агробιологических приемов, направленных на максимальную активацию клубеньковых бактерий (*Bradyrhizobium japonicum*), что позволяет растительному организму самостоятельно обеспечивать себя биологическим азотом, снижая затраты на минеральные удобрения и повышая урожайность [1].

Предпосевная обработка высокоэффективными штаммами ризобий является главным условием успешной азотфиксации. Если их нет в почве или их популяция очень мала, то

применяют инокуляцию перед посевом бактериями родов *Rizobium* или *Bradyrizobium*. Если в почве присутствуют аборигенные расы этих бактерий, то в агротехнологиях применяют биофортификацию полифункциональными микроорганизмами (например, на основе торфа или жидких биопрепаратов), которые в том числе активизируют и интенсифицируют процессы и процедуры работы симбиотического аппарата корневой системы растений бобовых культур [2-4]. Такие биоагенты, как правило, обладают широким спектром механизмов их положительного действия, а именно: стимулирующими свойствами по отношению к росту растений и активизации их иммунного статуса к биотическим и абиотическим стрессам; также набором хозяйственно ценных признаков, которые могут выступать субстратными компонентами для роста бактерий ризосферы, например, за счет синтеза внеклеточных ферментов, экзополисахаридов, участия в процессах мобилизации фосфора и калия из удобрительных комплексов и почвы, а также фиксации азота, в том числе, и из атмосферного воздуха [5]; генерирования и разложения гумуса, минерализации органики [6], иммобилизации подвижных элементов, биоизоляции излишков нитратов и фосфатов, биоремедиации почв, деструкции токсических соединений в безопасные компоненты; продуцирования антибиотических веществ, ингибирующих патогены и другие [7, 8].

Цель исследований – изучить влияние применения полифункциональных микроорганизмов в составе биопрепаратов посредством предпосевной обработки семян и фолитарных подкормок вегетирующих растений на работу симбиотического аппарата у разных сортов сои.

Материал и методы исследования

Исследования выполнялись в 2022-2025 гг. на базе лаборатории управления вегетацией и продукционным процессом сельскохозяйственных культур ФНЦ зернобобовых и крупяных культур, расположенном в зоне умеренно континентального климата.

Температурный режим и выпавшие осадки за годы исследований демонстрируют значительную межгодовую изменчивость (табл. 1).

Объектом исследований являлись сорта сои в основном селекции ФГБНУ ФНЦ ЗБК: ранний, детерминантный по типу роста и развития сорт Орлея; ранний, индетерминантный – Осмонь; ранний, индетерминантный – Мезенка; среднеранний, одностебельный, полудетерминантный – Зуша и ранний с тенденцией к среднераннему, детерминантный сорт Лидер 1 (селекции ООО «АСТ», Курск). Предпосевная обработка семян проводилась за день до посева вручную согласно регламенту производителя Bionovatic. Микробиологические препараты получены в рамках Договора о сотрудничестве с ООО «Органик парк» № ОПИ 12/22 от 25.04.2022 г. Площадь опытных делянок – 10 м². Повторность – четырехкратная. Предшественник – черный пар. Срок посева – оптимальный, приходящийся на 2-ую или 3-ю декаду мая (в зависимости от погодных условий года) с последующим диапазоном достаточных температур в фазе прорастания семян в 12-14°C. Посев сеялкой СКС-6-10 широкорядным способом с шириной междурядий 45 см при норме высева 600 тысяч всхожих семян на 1 га. Способ уборки – прямое комбайнирование, поделяночно.

Схема опыта в 2022-2024 гг:

1. Контроль (без применения микробиологических препаратов);
2. Предпосевная обработка семян баковой смесью Organit P (д.в. споры штамма *Bacillus megaterium* OPP-31), 3 л/т + Organit N (д.в. клетки и биологически активные метаболиты штамма *Azospirillum zeae* OPN-14), 3 л/т + Pseudobacterin 3 (д.в. живые клетки штамма *Pseudomonas aureofaciens* 2391Д), 3 л/т + Biodux (д.в. биологически активный комплекс полиненасыщенных жирных кислот низшего почвенного гриба штамма *Montierella alpine* F-1134), 3 мл/т (за день до посева), далее – предпосевная обработка;
3. Предпосевная обработка + одна листовая подкормка в период развития 1-3 тройчатых листьев (ВВСН 103-105) баковой смесью Organit P, 2 л/га + Organit N, 2 л/га + Pseudobacterin 3, 2 л/га + Biodux, 4 мл/г, далее – предпосевная обработка семян +1 листовая подкормка;
4. Предпосевная обработка семян + две листовые подкормки в период развития 1-3 тройчатых листьев (ВВСН 103-105) и в период развития бутонов (ВВСН 501-505) баковой смесью Organit P, 2 л/га + Organit N, 2 л/га + Pseudobacterin 3, 2 л/га + Biodux, 4 мл/г, далее – предпосевная обработка семян +2 листовые подкормки.

Таблица 1

Гидротермические условия полевых сезонов в 2022-2025 гг.

Показа-тель/ Месяцы Декада		Средняя температура воздуха, °С (± к средненогол. норме)				Сумма выпавших осадков, мм (% к средненогол. норме)				ГТК* 2022/2023/ 2024/2025 (многолетнее)
		2022	2023	2024	2025	2022	2023	2024	2025	
Май	1	10,2 (+2,0)	8,1 (-4,5)	9,7 (-2,9)	9,8 (-2,8)	3,9 (24,4)	8,2 (54,7)	39,4 (355,0)	8,2 (54,7)	1,52/0,29/ 1,65/0,67 (1,34)
	2	12,0 (-2,0)	15,1 (0,8)	10,5 (-3,8)	11,5 (-2,8)	21,9 (156,4)	0 (0)	17,4 (108,0)	6,4 (40,0)	
	3	12,2 (-2,9)	15,3 (-0,5)	18,1 (2,3)	19,1 (3,3)	25,3 (120,5)	8,6 (50,6)	13,6 (80,0)	13,7 (80,6)	
Июнь	1	18,0 (+1,9)	15,6 (-1,4)	19,5 (2,5)	18,8 (1,8)	2,4 (12,0)	1,7 (11,3)	19,3 (128,7)	38,6 (257,3)	0,92/1,1/1,15/2,48 (1,18)
	2	18,6 (+1,8)	18,3 (+0,4)	19,8 (1,9)	15,1 (-2,8)	18,6 (66,4)	9,6 (41,7)	36,3 (157,8)	34,8 (151,3)	
	3	20,5 (+3,1)	17,4 (-1,4)	19,2 (0,4)	14,6 (-4,2)	31,5 (126,0)	44,6 (165,2)	11,8 (43,7)	47,0 (174,1)	
Июль	1	21,3 (+3,5)	20,7 (+1,2)	23,4 (3,9)	20,7 (1,2)	6,6 (19,4)	13,5 (50,0)	36,5 (135,2)	3,3 (12,2)	1,07/1,3/ 1,16/0,6 (1,42)
	2	16,5 (-1,6)	17,8 (-2,2)	23,8 (3,8)	22,3 (2,3)	46,0 (170,4)	6,8 (21,3)	20,4 (63,8)	12,3 (38,4)	
	3	19,5 (-1,4)	19,2 (-0,9)	19,4 (-0,7)	21,4 (1,3)	10,9 (545,0)	57,0 (203,6)	22,6 (80,7)	24,4 (87,1)	
Август	1	21,1 (-3,2)	22,2 (+2,5)	18,3 (-1,4)	19,3 (-0,4)	13,3 (66,5)	14,6 (97,3)	21,1 (140,7)	43,6 (290,7)	0,48/0,7/ 0,64/2,32 (1,26)
	2	21,9 (-4,6)	21,0 (+2,4)	18,8 (0,2)	16,6 (-2,0)	6,1 (29,0)	14,8 (82,2)	7,9 (43,9)	9,5 (52,8)	
	3	22,2 (+6,3)	18,0 (+0,9)	22,2 (5,1)	14,7 (-2,4)	12,8 (58,2)	14,5 (84,8)	10,2 (46,4)	67,4 (306,4)	
Сентябрь	1	9,1 (-4,5)	15,7 (+0,6)	19,4 (+4,3)	16,2 (1,0)	2,3 (12,8)	0	0	0	1,67/0/ 0,1/0,35 (1,50)
	2	11,0 (-0,6)	14,5 (+1,5)	19,2 (6,2)	14,5 (1,5)	55,0 (323,6)	0	10 (63,0)	5,8 (36,3)	
	3	9,7 (+0,2)	15,8 (+5,0)	15,9 (+5,1)	10,9 (0,1)	53,7 (315,9)	0	0	8,6 (45,3)	

*- по Г.Т. Селянинову; 04-09 – месяцы с апрель по сентябрь

В 2025 году на сортах Мезенка и Орлея применялась баковая смесь немного измененного состава в сравнении с опытами, поставленными в период 2022-2024 гг.: предпосевная обработка семян баковой смесью инокулянта Organit Rizo (д.в. живые клетки *Bradyrhizobium sp.* ОРВ-43), 3 л/т + органо-минерального удобрения ПрофиФлекс, 2 л/т (в день посева) + одна (две) листовые подкормки в фазу развития 1-3 тройчатых листьев (ВВСН 103-105) и в период развития бутонов (ВВСН 501-505) баковой смесью Orqanit N, 2 л/га + Orqanit P, 2 л/га + Biodux, 2 мл/га.

Почвенный профиль опытного участка в рамках 4-х польного севооборота (чистый пар – опытное поле в основном с азотфиксирующими культурами – озимая пшеница – гречиха) представлен темно-серыми лесными почвами среднесуглинистого механического состава. Агрохимические показатели в слое 0-20 см представлены диапазоном значений на основе анализа протоколов испытаний почвенных образцов в ИЦ ФГБУ «Орелагротехнология» (№ 67 от 21.07.2023 г.; № 48 от 02.10.2024 г.; № 30 от 26.05.2025 г.). рН_{солевой вытяжки} (ГОСТ 26423-85) – 4,51-4,87 (среднекислая), содержание гумуса (ГОСТ 26213-2021) – 3,86-4,54 % (от слабо- до среднегумусированных), нитратного азота – 8,93-28,23 мг/кг почвы (ГОСТ 26951-86), аммонийного азота – 6,19-17,05 мг/кг почвы (ГОСТ 26489-85), обменного калия (ГОСТ 54650-2011) – 8,8-14,3 мг/100 кг почвы (средняя обеспеченность), подвижного фосфора (ГОСТ 54650-2011) – 11,3-24,8 мг/ 100 кг почвы (от повышенной до высокой обеспеченности). Рельеф слабо выражен, склон северный.

Постановку полевого опыта выполняли по методике Б.А. Доспехова (1985). Количество, массу и активность азотфиксирующих клубеньков на корневой системе растений сои исследовали по методике Г.С. Посыпанова (1991). Определение активности нитрогеназы симбиотических азотфиксирующих бактерий проводили «ацетиленовым» методом, основанном на восстановлении ацетилена (C₂H₂) до этилена (C₂H₄), на портативном хроматографе ФГХ-1 с пламенным ионизационным детектором по времени выхода каждого газа. В период отбора растительных образцов для оценки нитрогеназной (азотфиксирующей) активности ацетиленовым методом у 5 растений с каждой делянки корни промывали водопроводной водой, подсчитывали число клубеньков, помещали корни в герметичные флаконы (250 мл). Измерение количества образованного этилена проводили после экспликации в атмосфере 10% ацетилена 1 ч при 25°C с последующей остановкой химической реакции 6 мл раствором Несслера. Затем клубеньки отделяли от корней и взвешивали. Учет урожая проводили комбайновым методом. Статистическую обработку полученных результатов проводили методом дисперсионного анализа полевого опыта по Б.А. Доспехову с использованием программы Дисперсия 3.0 (Office XL).

Результаты исследований и их обсуждение

Применение микробных препаратов в экосистемных технологиях – это способ экологически безопасного управления природными процессами, основанный на использовании живых микроорганизмов. Главная задача таких технологий – частичное или полное замещение промышленных химикатов и восстановление естественного круговорота веществ без истощения ресурсов [9]. Данная сфера деятельности направлена на создание техносферы, сбалансированной с природой, для технологического суверенитета и функционирует в разрезе Указа Президента РФ от 02.11.2023 N 818 "О развитии природоподобных технологий в Российской Федерации". Основные принципы и критерии отнесения технологий к природоподобным утверждены распоряжением Правительства Российской Федерации от 21 февраля 2026 г. № 337-р, где акцент делается «на снижении негативного техногенного воздействия на окружающую среду, восстановлении нарушенного природного ресурсооборота, использовании природных или природоподобных компонентов, в том числе биологических в конструкции систем или процессов с последующей интеграцией в природные экосистемы».

Микробиологические препараты комплексного действия, участвующие в оптимизации процесса сельскохозяйственного производства и сохранения «здоровой» структуры почвенной микробиоты (посредством воздействия на микрофлору почвы путем активизации

Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» № 2 (58) 2026 г. (интенсификации биологических процессов), зачастую являются активными технологическими адаптерами агротехнологий.

В результате постоянного присутствия в севообороте опытного участка азотфиксирующих культур (горох, соя, фасоль, чечевица, кормовые бобы, чина, нут и др.) в почве сформировалась достаточно многочисленная устойчивая популяция симбиотических ризобактерий, факт которых подтверждает наличие клубеньков на корнях растений сои в контрольных и опытных вариантах (рис.).



Рис. Сформированная симбиотическая система на корнях растений сои сорта Орля в условиях опытного поля ФНЦ ЗБК (темно-серые лесные почвы) без инокуляции семян перед посевом соеспицифичными симбиотическими бактериями, как доказательство того, что в почве присутствует нативный почвенный комплекс ризобиев (29.07.2024 г.)

Дополнительное внесение микробиологических препаратов в баковой смеси в предпосевной обработке семян и в листовых подкормках повлияло на активизацию почвенной микрофлоры, а именно аборигенной расы соеспицифичных симбиотических азотфиксирующих бактерий, находящихся в почве (так как в 2022-2024 гг. инокуляцию семян перед посевом *Bradyrhizobium japonicum* не проводили) (табл. 2). Находившиеся в одинаковых почвенных, погодных и опытных условиях растения сои исследуемых сортов поразному сформировали на корневой системе симбиотический аппарат. Инфицирование бактериями в корневой системе растений осуществляется через корневые волоски, где происходит активное деление клеток коры корня вследствие заражения и формирование нароста – клубенька.

Штаммы применяемых микроорганизмов в опытах способствуют образованию большего количества крупных активных клубеньков.

У растений сои без обработок семян и растений число клубеньков было в среднем на 38,6% меньше, чем на вариантах с применением микробиологических препаратов. Масса клубеньков на корнях растений было большим на опытных вариантах у всех сортов в среднем на 36,2%. Посев неинокулированными семенами формировал на корневой системе симбиотический аппарат с аборигенными ризобактериями, активность фиксации атмосферного азота которого, характеризуется в 1,47 раза меньшей деятельностью, чем на опытных вариантах.

Сорта сои различаются по степени активности азотфиксации. Максимальная нитрогеназная активность наблюдалась у сортов Зуша и Осмонь на варианте с предпосевной инокуляцией и 2-мя фолиарными обработками. Бобово-ризобиальный симбиоз на сорте Орля был более продуктивным на варианте с применением 1-ой обработки по вегетации в совокупности с инокуляцией.

Симбиотические показатели растений в фазу цветения ВВСН 600 у сортов сои под влиянием микробиологических препаратов (2022-2024 гг.)

Варианты	Сорта				
	Лидер 1	Мезенка	Орлея	Зуша	Осмось
Количество клубеньков, шт/растение					
Не обработанные семена и растения (контроль)	33,2	29,2	31,4	36,8	40,1
Предпосевная обработка семян +1 листовая подкормка	52,8	49,7	54,4	61	54,6
Предпосевная обработка семян +2 листовые подкормки	54,5	45,2	59	61	63,3
Масса клубеньков, г/растение					
Не обработанные семена и растения (контроль)	0,49	0,34	0,28	0,38	0,36
Предпосевная обработка семян +1 листовая подкормка	0,57	0,57	0,51	0,51	0,62
Предпосевная обработка семян +2 листовые подкормки	0,55	0,55	0,57	0,6	0,71
Нитрогеназная активность, мкг N₂/мл/ч/1 растение					
Не обработанные семена и растения (контроль)	2,96	2,93	2,74	2,53	3,44
Предпосевная обработка семян +1 листовая подкормка	4,28	3,95	3,94	4,15	4,5
Предпосевная обработка семян +2 листовые подкормки	4,37	4,27	3,16	5,19	5,05

Если оценивать объекты исследований с позиции «группы спелости», то раннеспелые сорта в результате применения микробиологических препаратов по повышению нитрогеназной активности клубеньков относительно контроля (30,5-31,9%) уступали среднеспелым сортам (32,3-51,3%).

Активность симбиотического аппарата растений сои зависело от продолжительности вегетации растений. В обеих группах спелости выделялись сорта, имеющие большие значения исследуемых показателей симбиоза растений с бактериями – это индетерминантный раннеспелый сорт Осмось и полудетерминантный среднеранний сорт Зуша.

Применяемые комплексы микробиологических препаратов влияют на формирование и активность симбиотической системы на корнях сои, которую можно охарактеризовать как многокомпонентную, так как помимо доминантного микросимбионта (аборигенных соеспицифичных симбиотических бактерий) в ней принимают участие ассоциативные симбионты (вносимые искусственно в данном опыте). Ассоциативные микросимбионты оказывают выраженное позитивное влияние на эффективность симбиоза в целом.

Результатом работы симбиотического аппарата корневой системы азотфиксирующих растений является урожайность. Так, за 2022-2024 гг. в среднем по сортам урожайность зерна сои на контроле составила 2,33 т/га, а в 2025 г – 2,43 т/га. Применение микробиологических препаратов способствовало увеличению урожайности в зависимости от сорта и варианта опыта: в 2022-2024 гг. от 3,0 до 18,4% или от 0,07 до 0,41 т/га [10], а в 2025 г. – от 6,0 до 27,5% или от 0,18 до 0,56 т/га.

Корреляционная связь (табл. 3) между показателями функционирования симбиотической системы сои (числом, массой клубеньков и их нитрогеназной активностью) и урожайностью у сортов Лидер 1 ($r=0,841-0,967$), Мезенка ($r=0,915-0,999$) и Зуша ($r=0,751-0,955$) была сильной; у сорта Осмось ($r=0,536-0,641$) – средней.

Корреляционная связь между показателями функционирования симбиотической системы сои и урожайностью (2022-2024 гг.)

Вариации	Сорта				
	Лидер 1	Мезенка	Орля	Зуша	Осмонь
Между числом клубеньков и урожайностью	0,841	0,999	-0,933	0,955	0,536
Между массой клубеньков и урожайностью	0,967	0,994	-0,947	0,751	0,641
Между нитрогеназной активностью клубеньков и урожайностью	0,849	0,915	-0,345	0,764	0,567

Клубеньки образовывались как на естественном фоне (2022-2024 гг.), так и при инокуляции семян перед посевом соеспецифичными симбиотическими бактериями (2025 г.). Аналогичные изменения в формировании и работе симбиотического аппарата на корнях растений сои при применении в технологии возделывания ассоциативных микроорганизмов отмечены и в 2025 году. На примере сортов Орля и Мезенка (табл. 4), растения демонстрируют повышение количества и массы клубеньков, а также их нитрогеназной активности в опытных вариантах с листовыми подкормками относительно контроля и варианта с предпосевной обработкой, где можно оценить, что штамм *Bradyrhizobium sp.* ОРВ 43 в составе биопрепарата Organit Rizo является конкурентоспособным и эффективным по отношению к нативному почвенному комплексу ризобиев в условиях темно-серой лесной почвы Орловской области.

Таблица 4

Сравнительная характеристика азотфиксирующей способности сортов сои Орля и Мезенка в фазу цветения ВВСН 600 (2025 г.)

Показатели		Количество клубеньков, шт/растение	Масса клубеньков, г/растение	Нитрогеназная активность, мкг N ₂ /мл/ч/1 растение
Орля	Контроль	20,8	0,32	0,79
	Предпосевная обработка семян	34,5	0,64	2,17
	Предпосевная обработка семян + 1 листовая подкормка	42,5	0,87	2,39
	Предпосевная обработка семян + 2 листовые подкормки	60,0	1,0	3,04
	НСР ₀₅	12,3	0,16	0,41
Мезенка	Контроль	22,5	0,23	1,21
	Предпосевная обработка семян	40,3	0,65	1,98
	Предпосевная обработка семян + 1 листовая подкормка	46,0	0,69	2,15
	Предпосевная обработка семян + 2 листовые подкормки	47,5	0,94	2,31
	НСР ₀₅	18,8	0,14	0,17

Таким образом, малозатратные манипуляции (инокуляция семян и фолиарные обработки вегетирующих растений ассоциативными микроорганизмами, входящими в состав препаратов, характеризующиеся небольшими дозами внесения и сравнительно небольшой ценой реализации в сравнении с традиционными удобрениями) позволяют оптимизировать азотное питание растений сои без дорогостоящих химических азотных удобрительных комплексов.

Заключение

Применение биологических факторов в технологии возделывания сои разных сортов позволили скоординировать работу симбиотического аппарата, сформированного на корневой системе растений, и способствовали улучшению условий симбиотрофного питания. Микроорганизмы и их метаболиты при комбинированном воздействии (инокуляция семян и листовые подкормки) катализировали активность симбиоза растений с соеспицифическими бактериями (нативными и искусственно внесенными) и оказали эффект на показатели деятельности азотфиксирующей системы на корнях растений сои.

Проведенные исследования позволили позиционировать биопрепараты в комплексном применении (Organit P, Organit N, Pseudobacterin 3, Biodux) как способствующие увеличению симбиотической нагрузки на растения сои, которое выражается в повышении количества, массы азотфиксирующих клубеньков и их нитрогеназной активности в 1,36-2,88; 1,12-4,08; 1,15-3,84 раза соответственно в зависимости от сорта, состава баковой смеси, способа и дозы применения. Корреляционная связь между показателями функционирования симбиотической системы сои и урожайностью была сильной у раннего с тенденцией к среднераннему детерминантного сорта Лидер 1, у раннего индетерминантного сорта Мезенка и среднераннего одностебельного полудетерминантного сорта Зуша.

Работа выполнена в рамках реализации Государственного задания по тематикам № FGZZ-2022-0004 и № FGZZ-2025-0013.

Литература

1. Парахин Н.В., Осин А.А., Донская М.В. Повышение продуктивности и качества семян сои за счет интенсификации азотфиксации. // Сельскохозяйственная биология. – 2014. – Т. 49, № 2. – С. 118-122. – DOI 10.15389/agrobiology.2014.2.118rus. - EDN SBJJUH.
2. Гурьев Г.П., Донская М.В., Донской М.М. [и др.] Влияние микробиологических препаратов и предшественника на формирование симбиотического аппарата, урожайность и агрохимические показатели почвы при возделывании чечевицы, нута и чины. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2024. – № 1(49). – С. 10-18. – DOI 10.24412/2309-348X-2024-1-10-18. – EDN LIWQUY.
3. Патент № 2838661 С1 Российская Федерация, МПК А01N 63/25, А01N 63/00. Полифункциональный биопрепарат на основе штамма ризобактерий *Paenibacillus polymyxa* с комплексом хозяйственно полезных свойств для защиты растений от фитопатогенов, повышения урожайности сельскохозяйственных культур, улучшения посевных качеств семян и стимуляции биологической активности ризосферы: заявл. 11.06.2024; опубл. 22.04.2025 / И.А. Каменева, А.И. Якубовская, С.Ф. Абдурашитов [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки "Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма". – EDN XSRWWE.
4. Лоскутов С.И., Пухальский Я.В., Осипов А.И. [и др.]. Симбиотическая активность люпина при добавлении зоогумуса в субстрат. // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. – 2024. – № 6. – С. 4-9. – DOI 10.31857/S2500208224060014. – EDN WVFHOA.
5. Каменева И.А., Якубовская А.И., Чайковская Л.А. [и др.]. Некоторые агрономически ценные и технологические свойства штамма *Paenibacillus polymyxa* - биоагента микробного препарата. // Таврический вестник аграрной науки. – 2025. – № 3(43). – С. 130-141. – DOI 10.5281/zenodo.17276324. – EDN TLGBZJ.
6. Зубарева К.Ю., Хрыкина Т.А., Варламов Н.В. Использование микробиологических препаратов в качестве стимуляторов биологической активности ризосферы. // Устойчивое сельское хозяйство: технологии будущего: Материалы Всероссийской Школы-конференции для молодых ученых в рамках деятельности НЦМУ «Центр современной селекции сельскохозяйственных растений», Краснодар, 22–23 апреля 2026 года. – Воронеж: Строки, 2026. – С. 124-128. – DOI 10.33775/conf-2026-124-128. – EDN QLSQNN.
7. Цавкелова Е.Л., Климова С.Ю., Чердынцева Т.Л., Нетрусов Л.И. Микроорганизмы-продуценты стимуляторов роста растений и их практическое применение (обзор). // Прикладная биохимия и микробиология. – 2006. – Т. 42. – № 2. – С. 133–143.

8. Васильева Е.Н., Ахтемова Г.А., Афонин А.М. [и др.] Культивируемые эндофитные бактерии стеблей и листьев гороха посевного (*Pisum sativum* L.). // Экологическая генетика. – 2020. – Т. 18, № 2. – С. 169-184. – DOI 10.17816/ecogen17915. – EDN AXAHYA.
9. Тихонович И.А., Завалин А.А. Комплексное использование микробных препаратов и удобрений при развитии природоподобных технологий в земледелии. // Вестник Российской академии наук. – 2025. – № 6. – С. 59-66. – DOI 10.7868/S3034520025060073. – EDN FAUMKS.
10. Зотиков В. И., Зубарева К.Ю., Хрыкина Т.А. Биологизированные агроприемы в технологии возделывания сои. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2025. – № 1(53). – С. 14-22. – DOI 10.24412/2309-348X-2025-1-14-22. – EDN GGHCWX.

References

1. Parakhin N. V., Osin A. A., Donskaya M. V. Increasing the productivity and quality of soybean seeds by intensifying nitrogen fixation. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*. 2014, Vol. 49, no. 2, pp.118-122, DOI 10.15389/agrobiology.2014.2.118rus. - EDN SBJJUH.
2. Gur'ev G. P., Donskaya M. V., Donskoi M. M. [et al.]. The influence of microbiological preparations and precursors on the formation of the symbiotic apparatus, crop yield and agrochemical parameters of the soil during the cultivation of lentils, chickpeas and peas. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2024, no. 1(49), pp.10-18, DOI 10.24412/2309-348X-2024-1-10-18, EDN LIWQUY.
3. Kameneva I. A., Yakubovskaya A. I., Abdurashitov S. F. [et al.] Patent No. 2838661 C1 Russian Federation, IPC A01N 63/25, A01N 63/00. A multifunctional biopreparation based on the rhizobacteria strain *Paenibacillus polymyxa* with a range of economically beneficial properties for protecting plants from phytopathogens, increasing crop yields, improving seed sowing qualities, and stimulating the biological activity of the rhizosphere: declared 11.06.2024: published 22.04.2025; applicant Federal State Budgetary Scientific Institution "Research Institute of Agriculture of Crimea", EDN XSRWWE.
4. Loskutov S. I., Pukhal'skii Ya. V., Osipov A. I. [et al.] Symbiotic activity of lupine when adding zoohumus to the substrate. *Vestnik rossiiskoi sel'skokhozyaistvennoi nauki*, 2024, no. 6, pp.4-9, DOI 10.31857/S2500208224060014, EDN WVFHOA.
5. Kameneva I. A., Yakubovskaya A. I., Chaikovskaya L. A. [et al.] Some agronomically valuable and technological properties of the *Paenibacillus polymyxa* strain, a microbial bioagent. *Tavricheskii vestnik agrarnoi nauki*, 2025, no. 3(43), pp.130-141, DOI 10.5281/zenodo.17276324, EDN TLGBZJ.
6. Zubareva K. Yu., Khrykina T. A., Varlamov N. V. The use of microbiological preparations as stimulators of biological activity of the rhizosphere. Sustainable agriculture: technologies of the future: Materials of the All-Russian School-conference for Young scientists within the framework of the activities of the NCMU "Center for Modern Breeding of Agricultural Plants", Krasnodar, 22-23.04 2026, Voronezh: Stroki, 2026, pp.124-128, DOI 10.33775/conf-2026-124-128, EDN QLSQNN.
7. Tsavkelova E.L., Klimova S.Yu., Cherdyntseva T.L., Netrusov L.I. Microorganisms producing plant growth stimulants and their practical application (review). *Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya*, 2006, Vol. 42, no. 2, С. 133-143.
8. Vasil'eva E. N., Akhtemova G. A., Afonin A. M. [et al.] Cultivated endophytic bacteria of stems and leaves of seed peas (*Pisum sativum* L.). *Ekologicheskaya genetika*, 2020, Vol. 18, no. 2, pp.169-184, DOI 10.17816/ecogen17915, EDN AXAHYA.
9. Tikhonovich I. A., Zavalin A. A. Integrated use of microbial preparations and fertilizers in the development of nature-like technologies in agriculture. *Vestnik Rossiiskoi akademii nauk*, 2025, no. 6, pp.59-66, DOI 10.7868/S3034520025060073, EDN FAUMKS.
10. Zotikov V. I., Zubareva K. Yu., Khrykina T. A. Biologized agricultural practices in soybean cultivation technology. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2025, no. 1(53), pp.14-22, DOI 10.24412/2309-348X-2025-1-14-22, EDN GGHCWX.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СОРТА СОИ И ЭЛЕМЕНТЫ ИХ АГРОТЕХНИКИ

П.В. ЯТЧУК, кандидат сельскохозяйственных наук,

ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

Аннотация. В статье приведены результаты исследований за 2024-2025 гг. по изучению влияния норм высева и способов посева на продуктивность, качество и технологичность новых перспективных сортов сои селекции ФНЦ ЗБК – Прота 80, Оникс 57, Кураж, Яровит. Установлено, что при ширококормном способе посева с нормами высева 500-600 тыс. шт./га, максимальную урожайность показали сорта Оникс 57, Прота 80, Яровит, при рядовом способе посева – Кураж. Максимальное содержание белка 47,5% и 46,9% отмечено у сорта сои Прота 80 при ширококормном способе посева с нормами высева 500-600 тыс. шт./га соответственно, при рядовом – 45,9% и 47,1%.

Ключевые слова: соя, сорт, инокуляция, технология, урожайность.

Для цитирования: Ятчук П.В. Перспективные сорта сои и элементы их агротехники. Зернобобовые и крупяные культуры. 2026. № 2 (58): 67-72. DOI: 10.24412/2309-348X-2026-2-67-72

PROMISING SOYBEAN VARIETIES AND ELEMENTS OF THEIR AGRICULTURAL TECHNOLOGY

P.V. Yatchuk

FSBSI FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS

Abstract. The article presents the results of research for 2024-2025 on the influence of seeding rates and sowing methods on the productivity, quality and technological effectiveness of new promising soybean varieties selected by the FSC of Legumes and Groat Crops – Prota 80, Onyx 57, Courage, Yarovit. It was established that with a wide-row sowing method with seeding rates of 500-600 thousand units/ha, the maximum yield was shown by the Onyx 57, Prota 80, Yarovit varieties, and with a row sowing method – Courage. The maximum protein content of 47.5% and 46.9% was observed in the Prota 80 soybean variety with a wide-row sowing method with seeding rates of 500-600 thousand units/ha, respectively, and with a row sowing method – 45.9% and 47.1%.

Keywords: soybeans, variety, inoculation, technology, yield.

Введение

Соя – важнейшая белково-масличная культура, очень ценная по комплексу полезных компонентов и химическому составу зерна [1]. Она является универсальной культурой, имеющей значительное многостороннее применение как в продовольственных, целебных, кормовых, так и технических и агротехнических целях. По урожайности сои Орловская область занимает третье место по России, в среднем по области – 22 ц/га. В последние годы происходит стремительный рост производства сои в области за счет увеличения ареала возделывания и повышения ее урожайности. В 2024 г. под соей было занято 198,3 тыс. га, что составило 4,6% от общего объема посевных площадей в стране, а в 2025 г. – 252,0 тыс. га, или 5,3%. Валовой сбор культуры увеличился до 5,5 млн тонн. На современном этапе развития производства этой культуры первостепенной задачей становится экономически и экологически оправданное увеличение площади посева, урожайности сои с использованием сортов, технологий, которые адаптированы к почвенно-климатическим условиям

конкретного региона [2]. Для более успешного возделывания ее в производстве, необходимо внедрять адаптированные к условиям возделывания сорта, различающиеся по морфофизиологическим особенностям, продолжительности вегетационного периода и отрабатывать элементы их технологии, способствующие получению высокого и качественного урожая культуры [3, 4]. В этой связи, на основе изучения технологичности новых сортов сои, различных норм высева семян, способов посева изучаются элементы технологии возделывания новых сортов сои Прота 80, Кураж, Оникс 57, Яровит.

Цель исследований – изучить влияние норм высева, способов посева на продуктивность, качество и технологические параметры перспективных сортов сои.

Методика проведения исследований

Исследования проводились в 2024-2025 гг. на экспериментальной базе ФНЦ ЗБК. В трехфакторном полевом опыте изучались сорта сои, селекции ФНЦ зернобобовых и крупяных культур: с индетерминантным типом роста стебля – Прота 80, Кураж, с детерминантным типом роста – Оникс 57, Яровит. Сорт сои Оникс 57 с 2026 года включен в Государственный реестр селекционных достижений по Центральному и Центрально-Чернозёмному регионам РФ. Изучались нормы высева 500, 600 и 700 тыс. всхожих семян на 1 га, а также два способа посева – широкорядный на 45 см и рядовой на 15 см. Повторность опыта четырёхкратная. Размещение вариантов рендомизированное. Площадь делянки 10 м². Опыты проводились на темно-серой лесной среднесуглинистой почве со следующей агрохимической характеристикой: рН_{KCl} – 4,9-5,1; гумус – 4,2-5,4%; Р₂O₅ – 10,7-18,0 и К₂O – 10,7-12,3 мг на 100 г почвы. Предшественник – черный пар. Результаты опытов по урожайности обрабатывали математическим методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985). Схема опыта представлена в таблице 2.

Результаты исследований

Погодные условия в годы проведения исследований были различными. Вегетационный период 2024 года характеризовался недобором тепла в мае. Средняя температура воздуха в этом месяце составила 12,9°C, что на 0,9°C ниже среднегодовалой нормы. Количество осадков выпало 65,9 мм. Максимальное их количество пришлось на июль месяц и составило 79,5 мм. Наименьшее количество осадков выпало в августе – 39,2 мм и в сентябре – 10,0 мм, что ниже среднегодовых на 23,8 и 42 мм соответственно. Начиная с июня по сентябрь средняя температура воздуха была выше среднегодовых значений (табл. 1).

По данным Орловского ЦГМС по метеостанции Орел в 2024 году за летний период (июнь-август) сумма выпавших осадков составила 186,1 мм, сумма среднесуточных температур воздуха за этот период, соответственно равнялась 1884,8°C. Исходя из этого ГТК составил 0,99, это значит, что летний период в целом характеризовался засушливым.

Вместе с тем, анализ метеорологических данных показывает, что в условиях 2024 года за период прорастания семян было накоплено 170°C тепла, при среднесуточной температуре воздуха 17,0°C. Накопление тепла за вегетационный период у сортов сои немного различалось, однако среднесуточная температура при этом была одинаковой – 20,5°C. Период формирования репродуктивных органов сои (начало цветения-налив бобов) у сорта Прота 80 проходил при средней температуре 20,8°C, у других сортов – 21,1°C, период созревания при температуре, соответственно, 21,7-23,0°C. Таким образом в целом рост и развитие сортов сои проходило при благоприятных значениях температуры для сои. Коэффициент ГТК=0,88-0,95 характеризуется как засушливые условия.

В 2025 году средняя температура воздуха в мае была 13,6°C, что ниже среднегодового уровня на 0,6°C, а сумма осадков составила 28,3 мм. Среднемесячная температура воздуха июня была 16,2°C. Осадков выпало выше нормы на 55,4 мм. Средняя температура воздуха в июле составила 21,5°C, что на 1,7°C выше среднегодового уровня, осадков впало менее половины месячной нормы, то есть отмечалась сильная засушливость. Наибольшее количество осадков (120,5 мм) пришлось на август, при недоборе тепла на 1,7°C (табл. 1). В 2025 году за летний период сумма осадков составила 280,9 мм, а среднесуточных температур воздуха – 1671,8°C. ГТК составил 1,68, то есть по этому показателю летний (теплый) период характеризовался как избыточно-увлажненный.

Таблица 1

Метеорологические условия в период вегетации сои

Годы	2024 г.				2025 г.				Средние многолетние			
	Декады	1	2	3	Месяц	1	2	3	Месяц	1	2	3
Средняя температура воздуха, °С												
Май	9,7	10,5	18,1	12,9	9,8	11,5	19,1	13,6	12,6	14,3	15,8	14,2
Июнь	19,5	19,8	19,2	19,5	18,8	15,1	14,6	16,2	17,0	17,9	18,8	17,9
Июль	23,4	23,8	19,4	22,1	20,7	22,3	21,4	21,5	19,5	20,0	20,1	19,8
Август	18,3	18,8	22,2	19,9	19,3	16,6	14,6	16,8	19,7	18,6	17,1	18,5
Сентябрь	19,4	19,2	15,8	18,1	16,2	14,5	10,9	13,8	15,1	13,0	10,8	12,7
Осадки, мм												
Май	34,9	17,4	13,6	65,9	8,2	6,4	13,7	28,3	15	16	17	48
Июнь	19,3	36,3	11,8	67,4	38,6	34,8	47,0	120,4	15	23	27	65
Июль	36,5	20,4	22,6	79,5	3,3	12,3	24,4	40,0	27	32	28	87
Август	21,1	7,9	10,2	39,2	43,6	9,5	67,4	120,5	15	18	22	55
Сентябрь	0,0	10,0	0,0	10,0	0,0	5,8	8,6	14,4	20	16	19	55

Конечным показателем возделывания любой сельскохозяйственной культуры принято считать урожай. В таблице 2 представлены данные по урожайности перспективных сортов сои при различных способах посева и нормах высева. Из приведенных данных следует, что наибольшая продуктивность семян сои в 2025 году получена у Яровит 3,9 т/га, при норме высева 700 тыс. шт./га на рядовом способе посева. При той же норме высева, на широкорядном способе посева у данного сорта отмечается снижение урожайности на 0,7 т/га соответственно. На рядовом способе посева у сорта Оникс 57 наибольшая урожайность составила при норме высева 700 тыс. шт./га – 3,5 т/га, а на широкорядном – 3,3 т/га при норме высева 600 тыс. шт./га. У сорта Прота 80 максимальная урожайность 3,6 т/га отмечена на рядовом способе посева и норме высева 600 тыс. шт./га. А при широкорядном способе посева – наибольшая урожайность получена на варианте с нормой высева 500 тыс. шт./га. У сорта Кураж наименьшая урожайность – 2,8 т/га получена при рядовом способе посева и минимальной норме высева семян, что обусловлено меньшим количеством бобов, массой семян с растения и массой 1000 семян. В среднем за два года урожайность сортообразцов варьировала от 3,0 до 3,4 т/га.

Таблица 2

Влияние элементов агротехнологий на урожайность новых сортов сои

Сорт Фактор А	Способы посева Фактор В	Нормы высева, тыс. шт./га Фактор С	Урожайность, т/га		
			2024	2025	Среднее за 2 года
Оникс 57	Широкорядный (45 см)	500	3,2	3,2	3,2
		600	3,4	3,3	3,4
		700	3,0	3,2	3,1
	Рядовой (15 см)	500	3,1	3,2	3,2
		600	3,2	3,2	3,2
		700	2,9	3,5	3,2
Прота 80	Широкорядный (45 см)	500	3,3	3,5	3,4
		600	3,5	3,4	3,4
		700	3,0	3,3	3,1
	Рядовой (15 см)	500	3,0	3,3	3,1
		600	3,2	3,6	3,4
		700	3,1	3,4	3,2

Яровит	Ширококорядный (45 см)	500	3,4	3,2	3,3
		600	3,4	3,4	3,4
		700	3,2	3,2	3,2
	Рядовой (15 см)	500	2,9	3,1	3,0
		600	3,0	3,5	3,3
		700	2,8	3,9	3,4
Кураж	Ширококорядный (45 см)	500	3,3	3,0	3,2
		600	3,3	3,0	3,2
		700	3,0	3,1	3,1
	Рядовой (15 см)	500	3,5	2,8	3,2
		600	3,7	3,0	3,4
		700	3,0	3,3	3,2
НРС ₀₅		По фактору А	0,19	0,13	
		По фактору В	0,39	0,09	
		По факторам С	0,66	0,11	

Полевая и кормовая ценность урожая сои определяется содержанием в ней белка и жира (табл. 3). Содержание белка в урожае сои имеет как теоретическое значение в плане изучения обмена азотсодержащих веществ в анализируемом образце, так и практическое – оценка пищевой ценности семян сои.

Таблица 3

Влияние различных элементов технологии возделывания сортов сои на показатели биохимических анализов

Сорт Фактор А	Способ посева Фактор В	Норма высева тыс. шт./га Фактор С	Содержание белка, %			Содержание жира, %		
			2024	2025	Среднее за 2 года	2024	2025	Среднее за 2 года
Оникс 57	Ширококорядный	500	41,0	41,4	41,2	20,8	18,6	19,7
		600	41,5	42,3	41,9	20,4	19,2	19,8
		700	41,1	41,3	41,2	20,8	19,1	19,9
	Рядовой	500	41,2	42,0	41,6	20,4	19,5	19,9
		600	40,0	42,4	41,2	21,1	18,9	20,0
		700	40,0	43,1	41,5	20,5	19,0	19,7
Прота 80	Ширококорядный	500	47,7	47,3	47,5	18,3	16,7	17,5
		600	47,2	46,7	46,9	18,0	16,4	17,2
		700	44,6	47,3	45,9	19,2	16,4	17,8
	Рядовой	500	45,1	46,8	45,9	18,3	16,5	17,4
		600	46,7	47,6	47,1	18,3	16,1	17,2
		700	44,2	46,7	45,4	19,0	16,4	17,7
Яровит	Ширококорядный	500	41,3	42,9	42,1	20,2	19,0	19,6
		600	40,4	41,8	41,1	20,6	18,8	19,7
		700	40,9	42,3	41,6	20,4	19,3	19,8
	Рядовой	500	40,8	41,3	41,0	20,6	19,0	19,8
		600	41,4	41,9	41,6	20,4	19,0	19,7
		700	40,1	42,5	41,3	20,1	19,3	19,7
Кураж	Ширококорядный	500	40,7	42,0	41,3	18,6	18,5	18,5
		600	40,8	42,8	41,8	18,4	18,8	18,6
		700	40,0	41,7	40,8	18,7	17,2	17,9
	Рядовой	500	40,8	42,2	41,5	18,5	18,4	18,4
		600	39,4	41,1	40,2	19,1	19,5	19,3
		700	40,1	41,7	40,9	18,7	16,7	17,7

Данные таблицы 3 по биохимическому анализу семян новых сортообразцов сои показывают, что в среднем за 2024-2025 годы исследований, содержание белка в семенах по вариантам опыта варьировало от 40,2 до 47,5%. Максимальное содержание белка 47,5% отмечено в семенах сорта сои Прота 80 на варианте с ширококормным способом посева при норме высева 500 тыс. шт./га, тогда как наименьший показатель – 40,2 % – у сорта Кураж на варианте с нормой высева 600 тыс. шт./га. По содержанию масла в семенах сои у сорта Оникс 57 выделился вариант с нормой высева 600 тыс. шт./га и составил 20,0%. Минимальное его содержание – 17,2% получено у сорта Прота 80 на вариантах с ширококормным и рядовым способом посева при норме высева 600 тыс. шт./га.

Основным показателем развития растений сои является структура урожая: высота растения и прикрепления нижнего боба, число бобов на растении, число семян в бобе, масса семян с растения и масса 1000 семян (табл. 4).

В результате исследований выявлено, что в среднем за 2024-2025 гг. наибольший показатель высоты растений был отмечен у сорта сои Прота 80 – 110,0 см на варианте с нормой высева 500 тыс. шт./га при рядовом способе посева и 108,2 см при ширококормным.

Таблица 4

Характеристика структурного анализа растений сои в зависимости от способов посева и норм высева, (среднее за 2024-2025 гг.)

Сорт Фактор А	Способы посева Фактор В	Норма высева тыс. шт./га Фактор С	Высот а растен ий, см	Высота прикрепления нижнего боба, см	Число бобов с 1 растения, шт.	Число семян с 1 растения, шт.	Масса семян с 1 растения, г	Масса 1000 семян, г.
Оникс 57	Ширококорядный (45 см)	500	84,0	10,9	38,4	84,1	12,2	148,0
		600	87,1	10,2	40,8	84,8	11,5	167,0
		700	84,0	9,6	47,6	78,6	11,7	144,3
	Рядовой (15 см)	500	85,0	8,7	37,1	82,7	14,2	151,1
		600	83,3	8,3	34,5	72,7	11,0	151,4
		700	78,0	7,8	29,9	60,2	8,6	135,3
Прота 80	Ширококорядный (45 см)	500	108,2	16,2	35,7	74,3	14,2	156,2
		600	107,9	16,2	34,2	74,1	13,3	145,8
		700	102,8	15,1	35,3	75,1	14,3	155,8
	Рядовой (15 см)	500	110,0	16,3	35,0	71,3	12,8	156,4
		600	101,4	12,1	30,6	66,1	12,4	166,8
		700	103,0	15,1	31,4	67,4	11,6	162,1
Яровит	Ширококорядный (45 см)	500	80,1	13,8	34,2	71,3	11,3	152,2
		600	80,4	9,8	35,4	61,1	9,8	152,9
		700	78,2	10,3	27,2	55,7	11,2	147,8
	Рядовой (15 см)	500	75,3	8,7	29,3	58,4	7,7	142,5
		600	81,6	8,9	32,4	63,4	10,2	147,8
		700	78,9	8,2	31,3	63,4	6,6	147,8
Кураж	Ширококорядный (45 см)	500	88,9	10,1	36,7	79,0	7,8	184,4
		600	66,6	9,7	33,7	72,3	11,2	190,9
		700	75,8	9,6	25,8	55,5	12,6	185,8
	Рядовой (15 см)	500	84,6	9,2	34,1	64,8	11,3	191,9
		600	87,6	7,6	52,8	70,4	13,0	198,8
		700	84,5	9,0	39,6	64,1	13,8	184,3

Оникс 57 максимальную высоту растений сформировал на варианте с ширококормным способом посева при норме высева 600 тыс. шт./га, где данный показатель составил 87,1 см. У сорта Яровит она отличалась незначительно на обоих способах посева, от 75,3 до 81,6 см. Кураж при ширококормным способе посева сформировал максимальную высоту растений 88,9 см, а при рядовом – 87,6 см.

Значительную роль в технологии возделывания сои имеет такой показатель, как высота прикрепления нижнего боба. Так, в среднем за 2 года, наибольшее его значение было

получено у сорта Прота 80 при рядовом способе посева с нормой высева 500 тыс. шт./га и составило 16,3 см. Высота прикрепления нижнего боба у перспективного сорта Кураж на широкорядном способе посева с нормой высева 500 тыс. шт./га составила – 10,1 см, и при рядовом при норме 500 тыс. шт./га данный показатель составил 9,2 см. Оникс 57 максимальную высоту прикрепления нижнего боба сформировал при широкорядном способе посева при нормах 500-600 тыс. шт./га, что соответствует 10,9-10,2 см.

Наибольшее число бобов на растении за 2024-2025 годы было сформировано на варианте с рядовым способом посева при норме высева 600 тыс. шт./га у сорта Кураж и составило 52,8 шт./растение.

Наибольшая масса 1000 семян получена у сорта Кураж, при норме высева 600 тыс. шт./га – 198,8 г при рядовом способе посева, а также при норме 500 тыс. шт./га – 191,9 г. Максимальное количество семян с одного растения за годы исследований было получено на варианте с широкорядным способом посева при норме высева 500-600 тыс. шт./га у сорта Оникс 57.

Заключение

Результаты исследований за 2024-2025 годы свидетельствуют о том, что максимальная урожайность была получена у сортов сои Оникс 57, Прота 80, Яровит при широкорядном способе посева с нормами высева 500-600 тыс. шт./га, а также у сорта Кураж при рядовом способе посева с соответствующими нормами высева

Наиболее пригодными для уборки урожая прямым комбайнированием оказались сорта сои Прота 80, как при рядовом, так и широкорядном способах посева, а также Оникс 57 при широкорядном способе посева.

По содержанию белка выделился сорт сои Прота 80. Наибольшее его содержание отмечено на широкорядном способе посева – 47,5% и 46,9%, а также на рядовом – 45,9% и 47,1% с нормами высева 500-600 тыс. шт./га соответственно.

Работа выполнена в рамках Государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (тема № FGZZ-2025-0016) «Селекция и семеноводство новых адаптированных сортов сои с комплексом хозяйственно ценных признаков, отличающихся различным типом роста, развитой генеративной сферой, повышенной продуктивностью, скороспелостью и высоким содержанием белка в зерне».

Литература

1. Федотов В. А., Кадыров С. В. и др. Растениеводство. – М.: Лань, – 2020. – 325 с.
2. Панарина В.И., Головина Е.В., Кирюхин С.В., Зубарева К.Ю., Васильчиков А.Г., Ятчук П.В. и др. Морфо-биологические особенности и технологические приемы возделывания сортов сои селекции ФГБНУ ФНЦ ЗБК (методические рекомендации). – Орел: Картуш. – 2025. – 40 с.
3. Соя – чемпион рентабельности среди культур. / АгроВестник: выращивание бобовых: электронный журнал [электронный ресурс]. – URL: <https://agrovesti.net/lib/tech/growing-legumes/soya-chempion-rentabelnosti-sredi-kultur.html> - Дата публикации: 17 декабря 2018 г.
4. Ятчук П.В., Наумкин В.В. Изучение влияния некоторых агроприемов на продуктивность новых сортов сои. //Зернобобовые и крупяные культуры. – 2024. – №2(50). – С. 40-50. DOI: 10.24412/2309- 348X-2024-2-40-50

References

1. Fedotov V. A., Kadyrov S. V. et al. Crop production. Moscow, Lan' Publ., 2020, 325 p.
2. Panarina V.I., Golovina E.V., Kiryukhin S.V., Zubareva K.Yu., Vasil'chikov A.G., Yatchuk P.V. et al. Morpho-biological features and technological methods of cultivation of soybean varieties of FGBNU FNTs ZBK breeding (methodological recommendations). Orel: OOO Kartush Publ., 2025, 40 p.
3. Soybeans are the champion of profitability among crops. AgroVestnik: cultivation of legumes: an electronic journal [electronic resource]. URL: <https://agrovesti.net/lib/tech/growing-legumes/soya-chempion-rentabelnosti-sredi-kultur.html>, accessed: 17.12.2018
4. Yatchuk P.V., Naumkin V.V. Study of the influence of some agricultural practices on the productivity of new soybean varieties. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2024, no. 2(50), pp.40-50 DOI: 10.24412/2309- 348X-2024-2-40-50

ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И ПРОДУКТИВНОСТЬ СОРТОВ НУТА ПРИ ВНЕСЕНИИ УДОБРЕНИЙ И ПРИМЕНЕНИИ ПРЕПАРАТОВ МЕГАМИКС

В.Г. ВАСИН, доктор сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0001-8750-1454

E-mail: Vasin_vg@ssaa.ru

Ч. ЖУМАБЕК КЫЗЫ, аспирант, ORCID ID: 0009-0009-4511-5462

E-mail: chjumabek@mail.ru

ФГБОУ ВО САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Г. КИНЕЛЬ

***Аннотация.** Представлены результаты исследований по изучению продуктивности сортов нута при использовании удобрений и стимуляторов роста в лесостепи Среднего Поволжья в период с 2024 по 2025 год, включающие данные по полноте всходов, фотосинтетической деятельности и урожайности. В ходе проведенных исследований было установлено, что густота стояния взошедших растений составила 59,5-63,4 шт/м². Наиболее высокая плотность растений, достигающая 62,9 и 63,4 шт/м², наблюдалась у сортов Краснокутский 36 и Приво 1 соответственно, при условии внесения удобрений, направленных на получение урожайности 20 ц/га. Сорт Приво 1 продемонстрировал максимальную площадь листьев в период цветения – 57,1 тыс./м², что было достигнуто благодаря внесению удобрений и по вегетационной обработке препаратами Мегамикс Профи и Мегамикс Бор. К моменту формирования бобов площадь листьев уменьшилась до 32,0-45,2 тыс/м², а к фазе зеленой спелости – до 17,8-31,4 тыс/м². Установлено, что максимальный сбор урожая нута 24,5-28,9 ц/га, получен в варианте с внесением минеральных удобрений и обработкой по вегетации препаратами Мегамикс Профи и Мегамикс Бор.*

Ключевые слова: нут, Краснокутский 36, Приво 1, Волжанин 50, удобрения, урожайность.

Для цитирования: Васин В. Г., Жумабек кызы Ч. Фотосинтетическая деятельность и продуктивность сортов нута при внесении удобрений и применении препаратов Мегамикс. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2026. № 2 (58): 73-80. DOI: 10.24412/2309-348X-2026-2-73-80

PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY AND PRODUCTIVITY OF CHICKPEA VARIETIES DURING FERTILIZATION AND APPLICATION OF MEGAMIX PREPARATIONS.

V.G. Vasin, Ch. Zhumabek kyzy

SAMARA STATE AGRARIAN UNIVERSITY, Kinel

***Abstract.** The results of studies on the productivity of chickpea varieties using fertilizers and growth stimulants in the forest-steppe of the Middle Volga region in the period from 2024 to 2025, including data on the completeness of seedlings, photosynthetic activity and yield, are presented. In the course of the conducted research, it was found that the density of standing plants was 59.5-63.4 pcs/m². The highest plant densities, reaching 62.9 and 63.4 pcs/m², were observed in Krasnokutsky 36 and Privo 1 varieties, respectively, provided fertilizers were applied to obtain yields of 20 c/ha. The Privo 1 variety demonstrated the maximum leaf area during the flowering period – 57.1 thousand/m², which was achieved thanks to the application of fertilizers and vegetation treatment with Megamix Profi and Megamix Boron preparations. By the time the beans were formed, the leaf area had decreased to 32.0-45.2 thousand/m², and by the green ripeness phase – to 17.8-31.4*

Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» № 2 (58) 2026 г.
thousand/m². It was found that the maximum chickpea harvest of 24.5–28.9 c/ha was obtained in the variant with the application of mineral fertilizers and treatment during vegetation with Megamix Profi and Megamix Boron preparations.

Keywords: chickpeas, Krasnokutsky 36, Privo 1, Volzhanin 50, fertilizers, yields.

Введение

Среди зернобобовых культур нут (*Cicer arietinum L.*) занимает особое место благодаря своей высокой ценности. Его зерна, узнаваемые по угловатой форме и вытянутому носику, напоминающему голову барана, часто называют "бараньим горохом". Основное назначение нута – получение зерна, которое является источником большого количества питательных веществ. Оно используется как в пищевой промышленности, так и для кормления скота. Семена нута богаты белком (до 30%), жирами (до 9%) и углеводами (до 60%), а также содержат минералы и витамины [1, 2, 3].

Согласно данным Росстата, в 2023 году посевные площади нута в Российской Федерации достигли 492,1 тысячи гектаров, что показатель увеличился на 34,0% (на 125,0 тыс.га) больше, чем в 2022 году. Наиболее высокие показатели были отмечены в 2018 году, когда площади составили 851,2 тыс. га. С одной стороны, данный продукт имеет высокую ценность для экспорта на международные рынки. С другой стороны, развитие его культивации внутри страны поможет справиться с дефицитом белка в рационе населения и благоприятно скажется на состоянии почв [4, 5, 6, 7].

В последние годы интерес к нуту возрос в Среднем Поволжье. Как показывает практика, именно здесь сложились благоприятные климатические условия для успешного произрастания этой бобовой культуры, характеризующейся развитой корневой системой и способностью эффективно использовать водные ресурсы [8].

Цель исследований: – изучить влияние удобрений и препаратов Мегамикс на урожайность, уровень фотосинтетической активности и полноту всходов растений нута.

Материалы и методы исследования

Полевой опыт по оценке эффективности использования удобрений и современных препаратов на посевах нута в условиях Среднего Поволжья был заложен в 2024-2025 гг. на базе научно-исследовательской лаборатории «Корма» кафедры «Растениеводство и земледелие» Самарского государственного аграрного университета. Агротехника общепринятая для Среднего Поволжья. Посев осуществляли в мае сеялкой AMAZONE D9-25 обычным рядовым способом с нормой высева 850 тыс. всхожих семян на 1 га.

Почвенный покров на исследуемых участках чернозем обыкновенный, остаточный – карбонатный со средним содержанием гумуса тяжелосуглинистый. Увлажнение естественное. В период вегетации в фазе ветвления применяли препараты Мегамикс Профи 0,7 л/га + Мегамикс Бор 0,5 л/га. Расход рабочего раствора составляла 20-40 л/га.

Площадь делянки под вариант составила 55 м², повторность четырехкратная. Вариантов в опыте 12, делянок 48.

Расчетные дозы удобрений на планируемую урожайность 2,0 т/га – вносились перед посевом. Использовались удобрения аммиачная селитра и диаммофоска.

Мегамикс Профи – это высокоэффективное жидкое минеральное удобрение, обладающее стимулирующим эффектом, отличающееся богатым и сбалансированным составом, благодаря чему обеспечивает растения необходимым спектром микроэлементов (Cu, Zn, Fe, Mn, B, Mo, Co, Ni, Cr) и макроэлементов (N, K₂O, SO₃, MgO), что способствует комплексному питанию и мощной стимуляции ростовых процессов;

Мегамикс Бор – жидкое удобрение. Бор играет важную роль в формировании цветков, листьев, побегов, а также в развитии и сохранности плодов. Состав: азот (N) – 65 г/л, бор (B) – 130 г/л.

Сорта, используемы в опыте:

Краснокутский 36 – относится к среднеспелым и входит в группу транскавказско-карнеум. Его особенностью является аккуратная штамбовая форма куста, который достигает высоты 55-60 сантиметров. Для удобства сбора нижние бобы расположены на высоте 25-30

см от земли. Отличительной чертой сорта является отсутствие антоциановой окраски у растений. Бобы Краснокутского 36 имеют округлую форму и приятный соломенно-желтый оттенок. Семена, сочетающие в себе промежуточную и округлую форму, окрашены в желто-розовый цвет. Масса 1000 семян весит в среднем 280-300 граммов и отмечается высокое содержание белка – от 25 до 28%. Этот сорт отличается высокой устойчивостью к засухе, ветру, полеганию и осыпанию [9].

Приво 1 – среднеранний сорт, относящийся разновидностью транскавказско-корнеум. Его отличительные черты включают прямостоячий куст, достигающий в высоту 35-70 см и высота прикрепления нижнего боба находится на высоте 20-28 см. Семена этого сорта имеют светло-желтый цвет, округлую форму и средний размер. Масса 1000 семян находится в пределах 207-258 г, а содержание белка составляет 21,8-26,0%. Устойчивость к полеганию, осыпанию, засухе – высокая [9].

Волжанин 50 – среднеспелый сорт с прямостоячим, компактным кустом высотой от 39 до 75 см. Его отличительные черты – отсутствие антоциановой окраски стебля и высокое расположение нижних бобов 15-20 см, что облегчает уборку. Семена бежевые, округло-угловатой формы со средней ребристостью. Средняя масса тысячи семян составляет 274–372 г. Сорт демонстрирует высокую устойчивость к полеганию, осыпанию и засухе, а содержание белка в зерне достигает 26% [9].

Трехфакторный полевой опыт был заложен в четырехкратной повторности в соответствии с общепринятой методикой по схеме:

Фактор А (фон применения удобрений) – контроль (без внесения удобрений), внесение удобрения на планируемую урожайность 2,0 т/га;

Фактор В (обработки посевов по вегетации) – контроль (без обработки) – Мегамикс Профи 0,7 л/га + Мегамикс Бор 0,5 л/га (обработка в фазу ветвления);

Фактор С (сорта): Краснокутский 36, Приво 1, Волжанин 50;

Исследования проводились по единой общепринятой методике. Густота стояния растений определяется путем подсчета растений в фазе всходов и перед уборкой в четырехкратном повторении в каждой делянке опыта.

Подсчет проводится на пробных площадках 0,5 м² (рейка 100 см – четыре рядка) внутри делянки, крайние рядки делянки в площадку не включаются.

На основании подсчета определяется полнота всходов как процент от числа высеванных лабораторно-всхожих семян и сохранность к уборке, процент от числа растений в фазе всходов по каждому компоненту смесей.

Ассимиляционная поверхность листьев определяется контурным методом в компьютерной модификации. Для этого используется метод определения площади контуров: берется образец сырых листьев весом 1-3 грамма, расправляется и сканируется. Программа рассчитывает площадь листьев, сравнивая их с эталонным участком площадью (2 см). Одновременно с этим, из свежесрезанной массы определяется структура урожая (процентное соотношение листьев, соцветий и стеблей). На основе полученных данных об облиственности растений и их общей массе с квадратного метра, площадь листьев переводится из единиц см²/м² в м²/га.

Фотосинтетический потенциал и ЧПФ рассчитывается по А.И. Бегишеву, А.А. Ничипоровичу по формуле:

$$\text{ФП} = 0,5 * (\text{Л1} + \text{Л2}) * \text{п} \text{ (тыс. м}^2/\text{га} * \text{дней)}, \text{ где:}$$

Л1 – площадь листьев в начале определения, тыс. м²/га;

Л2 – площадь листьев в конце определения, тыс. м²/га;

п – число дней в периоде (декаде).

Уборку урожая проводили в фазу полной спелости поделяночно.

В период проведения исследования агрометеорологические условия отличались выраженной нестабильностью температурного режима и уровня увлажнения, что проявлялось в среднемесячных температурах воздуха и сумме осадков.

В 2024 году вегетационный период характеризовался значительным превышением среднесуточных температур над климатической нормой, а также неравномерным распределением атмосферных осадков. Период с июня по сентябрь включительно отмечался положительной температурой воздуха, максимальное значение которой было зафиксировано в июне (22,4°C против среднего значения 18,7°C). Май, напротив, показал пониженную температуру воздуха (12,2°C против нормы 14,0°C). Количество выпавших осадков на протяжении всего периода, не превышали среднемноголетних показателей (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика метеорологических условий вегетационного периода нута, 2024-2025 гг.

Месяц	Среднесуточная температура, °С			Сумма осадков, мм		
	2024 год	2025 год	Среднее многолетнее	2024 год	2025 год	Среднее многолетнее
Май	12,2	15,7	14,0	10,4	55,4	33,0
Июнь	22,4	19,1	18,7	24,1	90,6	39,0
Июль	23,0	21,8	20,7	38,3	51,1	47,0
Август	19,3	20,0	18,9	41,7	42,3	44,0
Сентябрь	14,9	14,3	12,3	14,0	2,3	44,0

Лето 2025 года температурные показатели воздуха незначительно превышали средние многолетние значения. Среднесуточная температура в мае составила 15,7°C, а в августе – 20,0°C. Наиболее существенное отклонение температуры от нормы зафиксировано в сентябре, когда она превысила среднемноголетние показатели на 2°C. Распределение осадков было неравномерным, однако их общая сумма превзошла среднемноголетние нормы. Дефицит влаги наблюдался в сентябре, составив всего 2,3 мм при среднемноголетнем значении 44,0 мм.

Результаты и их обсуждения

Плотность посевов перед уборкой существенно зависит от полевой всхожести семян. Этот показатель рассчитывается путем определения числа взошедших растений и выражается в процентном соотношении к количеству посеянных семян. Наши исследования показали значительные колебания этого показателя как в разные годы, так и в зависимости от условий опыта, что подтверждается данными табл. 2.

В среднем за годы исследования показали, что наибольшая полевая всхожесть семян отмечена при внесении удобрений на планируемую урожайность 2,0 т/га. Все сорта демонстрировали максимальное количество взошедших растений, достигающее от 60,9 до 62,9 шт./м². У сорта Приво 1 по среднему показателю отмечена наилучшая полевая всхожесть – 63,4 шт/м² и полнотой всходов 74,5%. В контрольных вариантах без удобрений отмечена тенденция к уменьшению числа всхожих растений, которая варьировалась в пределах 59,5-62,7 шт/м². Наименьшая полевая всхожесть была зафиксирована у сорта Волжанин 50. Применение удобрений повлияло на этот показатель, изменяя его от 59,5 до 60,9 шт/м². Сорт Приво 1 показывает наиболее стабильно высокие показатели полноты всходов как в контрольном варианте, так и при внесении удобрений, что свидетельствует о его потенциальной хозяйственной ценности. Сорта Краснокутский 36 и Волжанин 50 имеют разную степень отзывчивости на удобрения. В среднем по годам сорт Краснокутский 36 демонстрирует более выраженный прирост полноты всходов при применении удобрений превысив контроль на 3,3%. Сорт Волжанин 50 превышает контрольный вариант на 1,7%, что указывает на его меньшую отзывчивость на удобрения по сравнению с другими сортами. Это может быть связано с генетическими особенностями сортов и их потребностью в питательных веществах на ранних стадиях развития.

Полнота всходов сортов нута

Сорта	Норма высева, тыс. шт. всхожих семян на 1 га	Количество растений, тыс. шт. на 1 га			Полнота всходов, %		
		2024	2025	Среднее	2024	2025	Среднее
Контроль (без внесения удобрений)							
Краснокутский 36	850	60,4	59,8	60,1	71,0	70,3	70,7
Приво 1		62,2	63,1	62,7	73,2	74,2	73,7
Волжанин 50		58,7	60,2	59,5	69,1	70,8	70,0
Удобрение на планируемую урожайность 2,0 т/га							
Краснокутский 36	850	62,7	63,1	62,9	73,8	74,2	74,0
Приво 1		63,0	63,7	63,4	74,0	74,9	74,5
Волжанин 50		60,2	61,6	60,9	70,8	72,5	71,7

Установлено, что внесение минеральных удобрений в сочетании с применением препаратов оказало значительное воздействие на процесс формирования листовой поверхности нута. Лучшая площадь листьев была зафиксирована во всех вариантах опыта в фазу цветения (табл. 3).

Во время цветения площадь листовой поверхности варьировалась в пределах 40,0-57,1 тыс.м²/га. Без удобрений и обработок, сорт Приво 1 показал лучший результат в контрольном варианте – 43,7 тыс. м²/г площади листьев. Применение препаратов Мегамикс Профи + Мегамикс Бор без внесения удобрений увеличило площадь листовой поверхности у всех сортов, но особенно заметно это было у Приво 1, достигшего 46,3 тыс. м²/г.

Таблица 3

Площадь листовой поверхности растений нута 2024-2025 гг., тыс. м²/г

	Сорта	Цветение	Образование бобов	Зеленая спелость
Контроль (без внесения удобрений)	Контроль (без обработки)			
	Краснокутский 36	42,9	33,8	20,5
	Приво 1	43,7	34,6	20,1
	Волжанин 50	40,0	32,0	17,8
	Мегамикс Профи + Мегамикс Бор (0,7 л/га+0,5 л/га)			
	Краснокутский 36	44,3	34,6	22,6
	Приво 1	46,3	35,8	21,6
	Волжанин 50	42,2	32,9	19,3
	Удобрение на планируемую урожайность 2,0 т/га	Контроль (без обработки)		
Краснокутский 36		52,9	39,8	24,4
Приво 1		55,4	43,9	29,4
Волжанин 50		53,6	42,3	26,5
Мегамикс Профи + Мегамикс Бор (0,7 л/га+0,5 л/га)				
Краснокутский 36		54,7	41,2	25,9
Приво 1		57,1	45,2	31,4
Волжанин 50	55,1	44,3	28,3	

Исследования за 2 года показали, что при внесении удобрений, направленных на получение урожайности 2,0 т/га, максимальное развитие листьев было зафиксировано у сортов Волжанин 50 и Приво 1, с показателями 55,1 и 57,1 тыс. м²/га соответственно (табл.

3). Наблюдения показывают, что для увеличения площади листовой поверхности у растений наиболее действенным подходом является одновременное использование удобрений и препаратов. При этом сорт Приво 1 особенно хорошо реагирует на такое комплексное воздействие.

При достижении растениями фазы образования бобов площадь листовой поверхности снижается, находясь в пределах от 32,0 до 45,2 тыс. м²/га. Наиболее развитая листовая поверхность к этому моменту наблюдалась у сорта Приво 1 при применении препаратов Мегамикс Профи и Мегамикс Бор, где было отмечено 45,2 тыс. м²/га. Минимальная же площадь листьев 32,0 тыс. м²/га была зафиксирована у сорта Волжанин 50 в вариантах без удобрений и препаратов.

В фазу зеленой спелости площадь листовой поверхности в среднем по годам снижается и составляет от 17,8 до 31,4 тыс. м²/га. При анализе влияния минеральных удобрений и препаратов с учётом индивидуальных биологических характеристик сортов отмечено, что наибольшие показатели площади листьев фиксируются у тех же сортов и вариантов обработки.

В рамках исследования анализировалась эффективность фотосинтетической активности (табл. 4). Для этой цели используется показатель фотосинтетической потенциал (ФП), который более полно и точно характеризует размер ассимиляционной поверхности растений в течение всего вегетационного цикла. Этот показатель увеличивался с момента ветвления до стадии налива семян, и его рост стимулировался применением минеральных удобрений и препаратов. Наилучшие результаты ФП в среднем по годам наблюдались в вариантах с использованием удобрений и обработкой препаратами Мегамикс Профи и Мегамикс Бор в период от всходов до цветения у всех исследуемых сортов: Приво 1 – 1,029 млн м²/га дней, Волжанин 50 – 0,992 млн м²/га дней и Краснокутский 36 - 0,985 млн м²/га дней.

Таблица 4

Фотосинтетический потенциал сортов нута 2024-2025 гг., млн. м²/га дней

	Сорта	Всходы - цветение	Цветение – образование бобов	Образование бобов – зеленая спелость
Контроль (без внесения удобрений)	Контроль (без обработки)			
	Краснокутский 36	0,773	0,536	0,353
	Приво 1	0,789	0,548	0,355
	Волжанин 50	0,722	0,504	0,323
	Мегамикс Профи + Мегамикс Бор (0,7 л/га+0,5 л/га)			
	Краснокутский 36	0,801	0,552	0,369
	Приво 1	0,836	0,574	0,373
	Волжанин 50	0,763	0,526	0,339
Удобрение на планируемую урожайность 2,0 т/га	Контроль (без обработки)			
	Краснокутский 36	0,954	0,649	0,417
	Приво 1	0,999	0,695	0,476
	Волжанин 50	0,966	0,671	0,447
	Мегамикс Профи + Мегамикс Бор (0,7 л/га+0,5 л/га)			
	Краснокутский 36	0,985	0,671	0,436
	Приво 1	1,029	0,716	0,498
Волжанин 50	0,992	0,695	0,472	

В течение 2024 и 2025 годов были зафиксированы высокие показатели урожайности нута сорта Краснокутский 36, достигшие 2,90 и 2,87 ц/га. Эти результаты были получены в вариантах, где применялись удобрения и проводилась вегетационная обработка комплексными препаратами Мегамикс Профи и Мегамикс Бор (табл. 5).

Двухлетние исследования подтвердили эффективность применения минеральных удобрений и препаратов для обработки посевов нута, что привело к увеличению урожайности. Максимальная урожайность нута в среднем по годам у всех сортов была зафиксирована при внесении удобрений, рассчитанных на 2,0 т/га и с последующей вегетационной обработкой препаратами Мегамикс Профи+Мегамикс Бор позволило получить – 2,45 и 2,89 ц/га соответственно. Значительный прирост урожайности также наблюдался при внесении удобрений без обработки по вегетации, где прибавка к контролю у сортов Приво 1 и Краснокутский 36 по среднему показателю составили 0,48 и 0,63 т/га. Использование препаратов без внесения удобрений в период вегетации приводит к увеличению урожайности нута по отношению к контрольным вариантам. Обработка посевов с препаратами Мегамикс Профи+Мегамикс Бор во время вегетации позволила повысить урожайность сортов нута от 0,26 до 0,33 т/га.

Таблица 5

Урожайность сортов нута, т/га

Обработка посевов	Сорта	Применение удобрений					
		Контроль (без внесении удобрений)			При внесении удобрения на планируемую урожайность 2,0 т/га		
		2024	2025	Среднее	2024	2025	Среднее
Контроль (без обработки)	Краснокутский 36	1,71	1,92	1,82	2,42	2,48	2,45
	Приво 1	1,52	1,73	1,63	2,07	2,16	2,11
	Волжанин 50	1,53	1,86	1,69	2,04	2,50	2,27
Мегамикс Профи + Мегамикс Бор (0,7 л/га+0,5 л/га)	Краснокутский 36	2,05	2,26	2,15	2,90	2,87	2,89
	Приво 1	1,76	2,03	1,89	2,42	2,52	2,47
	Волжанин 50	1,74	2,03	1,89	2,30	2,60	2,45

2024 год – НСР₀₅ = 0,55; НСР_A = 0,23; НСР_B = 0,23; НСР_C = 0,28; НСР_{AB} = 0,32; НСР_{AC} = 0,39; НСР_{BC} = 0,39;

2025 год – НСР₀₅ = 0,84; НСР_A = 0,34; НСР_B = 0,34; НСР_C = 0,42; НСР_{AB} = 0,49; НСР_{AC} = 0,59; НСР_{BC} = 0,59;

Наиболее высокие показатели урожайности были достигнуты при одновременном применении обработки посевов Мегамикс Профи + Мегамикс Бор и внесении минеральных удобрений. Данная схема позволила максимально раскрыть потенциал урожайности всех исследуемых сортов. Максимальный урожай 2,89 т/га в среднем по годам был получен на сорте Краснокутский 36, что превысило контрольный показатель (без удобрений и обработки) на 1,07 т/га. Сорта Приво 1 и Волжанин 50 также обеспечили значительный прирост урожайности: 2,47 т/га прибавка 0,84 ц/га и 2,45 т/га прибавка 0,76 т/га, по среднему показателю соответственно (табл. 5). Эти данные убедительно свидетельствуют об синергетическом эффекте комбинированного применения агротехнических приемов.

Заключение

Таким образом, применение удобрений благоприятно сказывается как на полевой всхожести, так и на общем развитии растений нута. Комбинированное применение основного удобрения и некорневой подкормки смесями Мегамикс Профи+Мегамикс Бор в период вегетации обеспечивает рост урожайности. Наилучшая полевая всхожесть семян в среднем по годам отмечена у сорта Приво 1 с показателем 63,4 шт/м² при внесении удобрений на планируемую урожай 2,0 т/га. Максимальное влияние препаратов и удобрений на площадь листовой поверхности отмечено в период цветения у сорта Приво 1 – 57,1 тыс. м²/г. Наиболее высокие средние значения урожайности по годам были получены при комплексном применении препаратов и удобрений у сорта Краснокутский 36 – 2,89 т/га соответственно.

Литература

1. Бурунов А.Н., Васин В.Г., Васин А.В. Продуктивность сортов нута при применении удобрений и стимуляторов роста в сухостепной зоне Среднего Поволжья. // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2021. – №1 (37). – С. 20-29. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-1-20-29
2. Старцев В.И., Закабунина Е.Н., Глинушкин А.П., Старцева Л.В. Нут - культура перспективная для биологизированных технологий возделывания в Центральном федеральном округе Российской Федерации. // *Вестник Российского государственного аграрного заочного университета*. – 2020. – № 33 (38). – С. 30-38.
3. Германцева Н.И., Балашов А.В., Зотиков В.И., Донская М.В., Наумкина Т.С., Глазков А.В., Наумкин В.В., Ревякин Е.Л. Ресурсосберегающая технология производства нута – Москва: ФГБНУ «Росинформагротех», – 2015. – 48 с.
4. Зудилин С.Н., Корчагин В.А., Шевченко С.Н., Горянин О.И. Инновационные технологии возделывания полевых культур в АПК Самарской области Поволжья. – Кинель: РИЦ СГСХА, – 2014. – 192 с.
5. Иванченко Т.В., Беликина А.В. Эффективность борьбы с сорными растениями в посевах нута в Нижнем Поволжье. // *Научно-агрономический журнал*. – 2020. – №1 (108). – С. 49-52. DOI: 10.34736/FNC.2020.108.1.010.49-52
6. Семина А.Ю., Пикуль А.Н., Телих К.М. Опыт выращивания нута на черноземных почвах Тульской области. // *Вестник аграрной науки*. – 2020. – №4 (85). – С. 23-30. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2020.4.23
7. Саниев Р.Н., Васин В.Г., Кузнецова Е.С. Показатели формирования агрофитоценоза сои при применении стимулирующих препаратов. // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2022. – №4 (44). – С. 84 - 89. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-84-89
8. Тимошкин О.А., Аленин П.Г., Зеленцов И.А. Перспективные сорта нута для условий лесостепи Среднего Поволжья. // *Нива Поволжья*. – 2014. – №2 (31). – С. 45-50.
9. ФГБУ «Госсорткомиссия» <https://gossortrf.ru/?ysclid=mpf7r892qr139780576>

References

1. Burunov A.N., Vasin V.G., Vasin A.V. Productivity of chickpea varieties when using fertilizers and growth stimulants in the dry-steppe zone of the Middle Volga region. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2021, no. 1 (37), pp. 20-29. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-1-20-29. (In Russian)
2. Startsev V.I., Zakabunina E.N., Glinushkin A.P., Startseva L.V. Chickpeas are a promising crop for biologized cultivation technologies in the Central Federal District of the Russian Federation. *Vestnik Rossiiskogo gosudarstvennogo agrarnogo zaochnogo universiteta*, 2020, no. 33 (38), pp. 30-38. (In Russian)
3. Germantseva N.I., Balashov A.V., Zotikov V.I., Donskaya M.V., Naumkina T.S., Glazkov A.V., Naumkin V.V., Revyakin E.L. Resource-saving technology of chickpea production - Moscow: Rosinformagrotech, 2015. 48 p. (In Russian)
4. Zudilin S.N., Korchagin V.A., Shevchenko S.N., Goryanin O.I. Innovative technologies of field crop cultivation in the agro-industrial complex of the Samara region of the Volga region. – Kinel: RITs SGSKHA, 2014. 192 p. (In Russian)
5. Ivanchenko T.V., Belikina A.V. Effectiveness of weed control in chickpea crops in the Lower Volga region. *Nauchno-agronomicheskii zhurnal*, 2020, no. 1 (108), - pp. 49-52. DOI:10.34736/FNC.2020.108.1.010.49-52. (In Russian)
6. Semina A.Yu., Pikul A.N., Telikh K.M. Experience of chickpea cultivation on chernozem soils of the Tula region. *Vestnik agrarnoi nauki*, 2020, no 4(85), pp. 23-30. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2020.4.23. (In Russian)
7. Saniev R.N., Vasin V.G., Kuznetsova E.S. Indicators of soybean agrophytocenosis formation with the use of stimulating drugs *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2022, no 4 (44). - pp. 84-89. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-84-89. (In Russian)
8. Timoshkin O.A., Alenin P.G., Zelentsov I.A. Promising chickpea varieties for the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region. *Niva Povolzh'ya*, 2014, no. 2 (31), pp. 45-50. (In Russian)
9. Federal State Budgetary Institution "Gossortkommission" <https://gossortrf.ru/?ysclid=mpf7r892qr139780576>

ОТЗЫВЧИВОСТЬ СОРТОВ ГРЕЧИХИ ОБЫКНОВЕННОЙ НА НЕКОРНЕВЫЕ ПОДКОРМКИ КОМПЛЕКСНЫМИ УДОБРИТЕЛЬНЫМИ СОСТАВАМИ

Л.Р. КЛИМОВА, младший научный сотрудник,
<https://orcid.org/0000-0002-7333-2386>, E-mail: li21@mail.ru
Ф.З. КАДЫРОВА*, доктор сельскохозяйственных наук,
<https://orcid.org/0000-0001-7093-3269>,
Р.В. МИНИКАЕВ*, доктор сельскохозяйственных наук,
<https://orcid.org/0000-0002-0860-2642>

ТАТАРСКИЙ НИИСХ ФИЦ КАЗНЦ РАН, Г. КАЗАНЬ

* КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ, Г. КАЗАНЬ

Аннотация. В рамках трёхлетнего полевого двухфакторного эксперимента (2019–2021 гг.), проведённого на серой лесной среднесуглинистой почве в условиях Среднего Поволжья, исследована сортоспецифическая реакция гречихи посевной на некорневые подкормки комплексными удобрительными составами и в различные фенологические фазы. Цель исследования – оценить реакцию сортов гречихи на некорневые подкормки комплексными удобрительными составами в условиях Среднего Поволжья. Объектами исследования были выбраны сорт Батыр и гибридная популяция К-990. Выявлена контрастная сортоспецифическая реакция. Сорт Батыр проявлял устойчивую положительную отзывчивость, средняя урожайность за три года была максимальной при подкормке в фазу побурения плодов (1,66 т/га). Сортообразец К-990 демонстрировал экстенсивный тип реакции: максимальная урожайность в среднем за три года – на контроле (1,55 т/га). Максимальное увеличение натурной массы отмечено при подкормке в фазу побурения плодов у обоих генотипов: +4 г/л (0,7%) у Батыра и +6 г/л (1,2%) у сортообразца К-990. В среднем за три года масса тысячи семян была выше контроля (+1,6 г) при подкормке в фазу цветения. В целом эффективность некорневой подкормки комплексными удобрениями критически зависит от генотипических особенностей гречихи и гидротермических условий вегетационного периода. Сорт Батыр характеризуется устойчивой положительной отзывчивостью, при этом оптимальные сроки внесения дифференцируются: фазы начала цветения или побурения плодов – в благоприятные годы, фаза плодообразования – в условиях засухи. Сортообразец К-990 проявляет положительный отклик исключительно в экстремально засушливых условиях при подкормке в фазу плодообразования, демонстрируя негативную реакцию в благоприятные годы. Подкормка в фазу побурения плодов является универсальным приёмом для повышения натурной массы зерна. Полученные данные подчёркивают необходимость строго дифференцированного подхода к применению некорневых подкормок с учётом сортовой специфики и складывающихся метеорологических условий.

Ключевые слова: гречиха обыкновенная, сорт, некорневая подкормка, микроэлементы, продуктивность, качественные показатели.

Для цитирования: Климова Л.Р., Кадырова Ф.З., Миникаев Р.В. Отзывчивость сортов гречихи обыкновенной на некорневые подкормки комплексными удобрительными составами. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2026. № 2 (58): 81–88. DOI: 10.24412/2309-348X-2026-2-81-88

RESPONSIVENESS OF BUCKWHEAT VARIETIES TO FOLIAR TOP DRESSING WITH COMPELX FERTILIZERS

L.R. Klimova, F.Z. Kadyrova*, R.V. Minikaev*

Abstract. *A three-year field two-factor experiment (2019-2021) was conducted on grey forest medium loamy soil in the Middle Volga region to investigate the cultivar-specific response of common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench.) to foliar applications of complex fertilizer formulations at different phenological stages. The aim of the study was to evaluate the response of buckwheat cultivars to foliar fertilization with complex fertilizers under the conditions of the Middle Volga region. The objects of the study were the cultivar Batyr and the hybrid population K-990. A contrasting cultivar-specific response was revealed. The cultivar Batyr exhibited a consistently positive response, with the highest average three-year yield achieved when fertilized at the fruit browning stage (1.66 t/ha). The accessional form K-990 demonstrated an extensive type of response: the maximum average three-year yield was recorded in the control treatment (1.55 t/ha). The greatest increase in test weight was observed following fertilization at the fruit browning stage for both genotypes: +4 g/L (0.7%) for Batyr and +6 g/L (1.2%) for the accessional form K-990. Averaged over three years, the thousand-seed weight was higher than the control (+1.6 g) when fertilization was applied at the flowering stage. Overall, the effectiveness of foliar fertilization with complex fertilizers critically depends on the genotypic characteristics of buckwheat and the hydrothermal conditions of the growing season. The cultivar Batyr is characterized by a consistently positive response, while the optimal application timing varies: beginning of flowering or fruit browning stages in favorable years, and the fruit-setting stage under drought conditions. The accessional form K-990 shows a positive response only under extremely arid conditions when fertilized at the fruit-setting stage, exhibiting a negative response in favorable years. Fertilization at the fruit browning stage is a universal practice for increasing grain test weight. The obtained data underscore the need for a strictly differentiated approach to the application of foliar fertilizers, taking into account cultivar specificity and prevailing meteorological conditions.*

Keywords: buckwheat, variety, foliar top dressing, trace elements, productivity, qualitative indicators.

Введение

В современных условиях обеспечение высококачественного урожая сельскохозяйственных культур требует интенсификации производства [1, 2]. Некорневые подкормки микроэлементами представляют собой один из эффективных агроприемов такой интенсификации, позволяющий минимизировать негативное воздействие на окружающую среду [3]. Гречиха посевная (*Fagopyrum esculentum* Moench) – ценная крупяная культура, урожайность которой значительно варьирует в зависимости как от метеорологических условий, так и от применяемых агротехнологий [4, 5]. Ряд исследований свидетельствует о положительном влиянии микроэлементов на продуктивность гречихи обыкновенной [6, 7, 8], при этом установлена отзывчивость различных сортов культуры на данный агроприем [9].

Цель исследования – оценить реакцию сортов гречихи на некорневые подкормки комплексными удобрительными составами в условиях Среднего Поволжья.

Условия, материалы и методы исследований

Исследования проводились на экспериментальных полях Казанского ГАУ, расположенных в Лаишевском муниципальном районе республики Татарстан с 2019 по 2021 гг. Почва участка – серая лесная среднесуглинистая. Содержание обменного калия (по А.Т. Кирсанову) составляло 92...120 мг/кг почвы, подвижного фосфора (по А.Т. Кирсанову) было 219...250 мг/кг почвы. Содержание гумуса изменялось от 3,6 до 4,0%. Кислотность почвенного раствора в солевой вытяжке колебалась в пределах 6,3-6,6 ед. рН. Содержание микроэлементов в пахотном слое было следующим: цинка – 0,69 мг/кг; меди – 5,41 мг/кг; марганца – 67,1 мг/кг; кобальта – 0,87 мг/кг; молибдена – 0,18 мг/кг; бора – 1,10 мг/кг; серы – 11,9 мг/кг.

Посев осуществлялся селекционной сеялкой Wintersteiger рядовым способом с нормой высева 2,0 млн всхожих семян на 1 га при наступлении теплой антициклональной погоды и прогревании почвы на глубине заделки семян до 10°C. Технология обработки почвы и ухода

за посевами – общепринятая для республики Татарстан. Повторность опыта четырёхкратная, расположение вариантов рандомизированное. Общая площадь делянки –15 м², учётная – 10 м². Учёт урожая проводили путём обмолота зерна с учётной площади.

Опыт был заложен по схеме двухфакторного опыта, где:

Фактор А – сорта гречихи обыкновенной селекции Татарского НИИСХ. Для анализа были выбраны сорт Батыр, относящийся к «краснострелецкому» морфобиотипу и гибридная популяция К-990, состоящая из растений, имеющих фасциации стебля и соцветия.

Фактор В – сроки внесения листовых подкормок баковой смесью, содержащей 650 г/л фосфора, 855 г/л калия, 15,2 г/л меди, 6,4 г/л железа, 20,8 г/л марганца, 14,5 г/л цинка, 48 г/л магния, 760 г/л серы, 60 г/л азота, через три дня обработка вегетирующих растений рабочим раствором, содержащим 134 г/л азота, 150 г/л бора и 500 г/л марганца:

Схема опыта:

1. Контроль, без подкормок.
2. Некорневая подкормка в фазу начало цветения.
3. Некорневая подкормка в фазу начало плодообразования.
4. Некорневая подкормка в фазу начало побурения плодов.

Многолетние исследования, проведенные в условиях Татарского НИИСХ, показали, что оптимальный режим среднесуточных температур для роста и развития растений гречихи обыкновенной находится в диапазоне от +18 до +20°C (Н.Н. Петелина, Г.В. Савинова, Ф.З. Шакурова, 1972).

Фаза всходов на протяжении всего периода исследования характеризовалась неблагоприятным температурным режимом. В 2019 и в 2020 году среднесуточная температура была ниже нижней границы нормы на 8,1 и 5°C соответственно, тогда как в 2021 году среднесуточная температура в фазу всходов была выше на 2,3°C верхней границы оптимального значения (рис. 1).

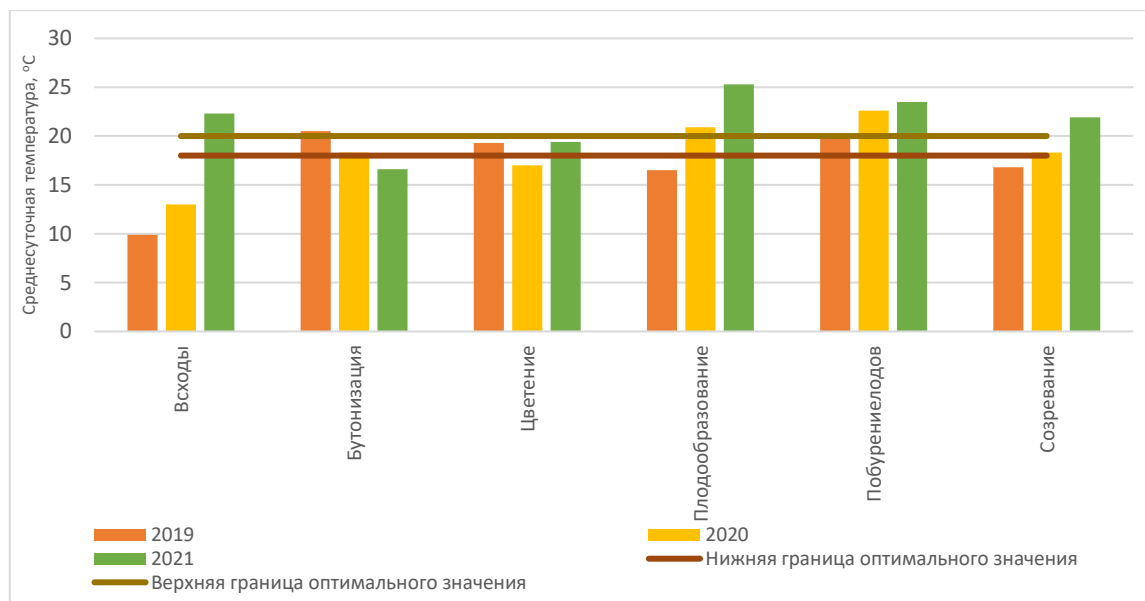


Рис. 1. Среднесуточная температура воздуха по фазам вегетации за годы исследований, °C

В фазу бутонизации, когда происходит формирование вегетативных узлов и побегов, среднесуточная температура находилась в оптимальном диапазоне в 2020 г. (+18,3°C). В 2019 году среднесуточная температура в фазу бутонизации была +20,5°C, что на 0,5°C выше верхней границы оптимального значения. В 2021 году среднесуточная температура воздуха в фазу бутонизации была ниже нижнего значения оптимального значения на 1,4°C.

Наиболее важен температурный режим в фазе цветения и плодообразования. В фазе цветения среднесуточная температура была в оптимальных пределах в 2019 г. (+19,3°C), 2021 г. (+19,4°C). Среднесуточная температура была ниже нижней границы оптимального значения в 2020г. на 1,0°C.

В фазу плодообразования среднесуточная температура ни в одном из анализируемых годов не находилась в оптимальном диапазоне. Так, наиболее неблагоприятным был 2021 год, когда превышение критического значения дневных температур для генеративных органов гречихи + 25°С составило +5,3°С.

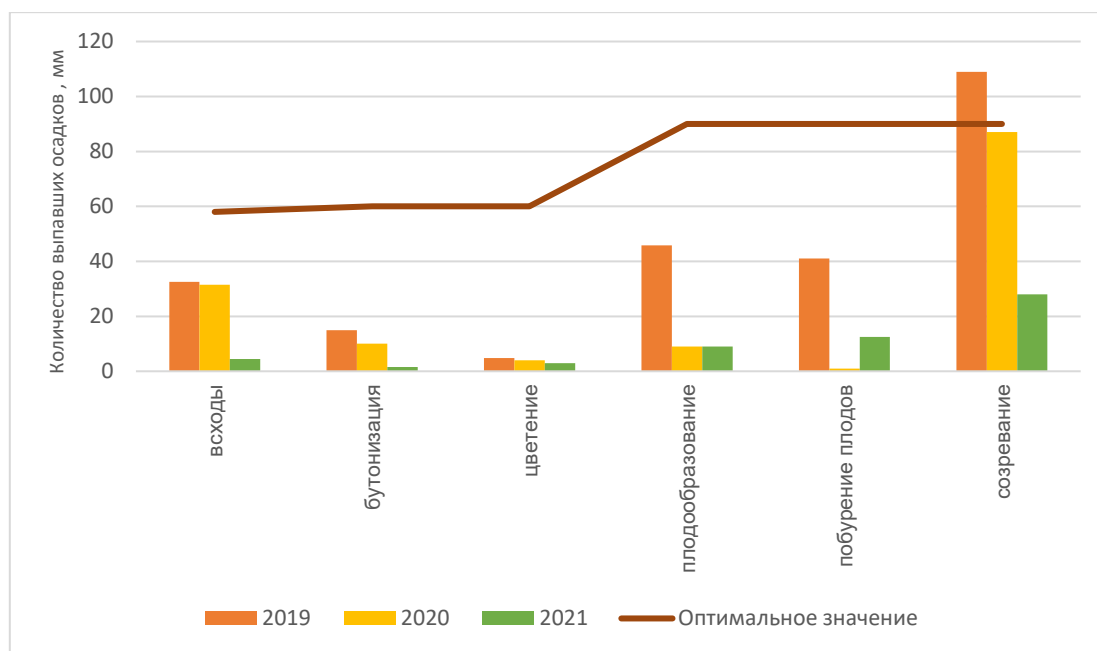


Рис. 2. Количество выпавших осадков по фазам за годы исследования, мм

Количество осадков, которые выпадали в критически важные для формирования продуктивности гречихи периоды (бутонизация, цветение и плодообразование) было ниже оптимального значения во все годы исследования (рис. 2). Так в фазу бутонизации выпало в 2019 г. – 25%, в 2020 г – 16,7%, в 2021 – 2,5% от оптимального значения (60 мм). В фазу цветения объем выпавших осадков составил в 2019 – 8%, в 2020 – 6,7%, в 2021 г – 5% от оптимального значения. В фазу плодообразования, когда оптимальное значение выпавших осадков вырастает до 90 мм, в 2019 г выпало 45,6%, в 2020 г. – 10%, в 2021 г. – 13,9% от оптимального значения.

Анализ гидротермических условий в годы исследования свидетельствует о том, что рост и развитие растений гречихи обыкновенной в условиях Среднего Поволжья проходили в условиях высоких среднесуточных температур и при дефиците осадков. По совокупности гидротермических условий годы исследований можно условно дифференцировать на благоприятные (2019, 2020 гг.) со значениями гидротермических коэффициентов 1,46; 0,92 соответственно. К числу засушливых, неблагоприятных для роста и развития гречихи, относится 2021 год с ГТК 0,29.

Натуру зерна определяли по ГОСТ 10840-2017, массу тысячи семян – по ГОСТ 12042-80. Полученные в ходе исследований данные были обработаны с помощью пакета программ, входящих в состав Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждение

Исследуемые сорта по-разному отзывались на сроки проведения некорневых подкормок комплексными удобрительными составами (табл. 1). Так, гибридная популяция К-990 в благоприятные по гидротермическим условиям годы (2019 и 2020 гг.) отрицательно отзывалась на проведенные некорневые подкормки во все исследуемые фазы вегетации. В засушливый 2021 год, некорневая подкормка комплексными удобрительными составами во все фазы оказала положительный эффект на формирование зерна у гибридной популяции К-990, однако наиболее эффективной оказалась подкормка в фазу начало плодообразования, где урожайность гибридной популяции К-990 была выше на 40,6%, по сравнению с контрольным вариантом. В среднем за три года максимальная урожайность у гибридной

популяции К-990 была получена на контрольном варианте, без некорневых подкормок и составила 1,55 т/га.

Положительная реакция гибрида К-990 на подкормку в фазу плодообразования в засушливом 2021 году (+40,6%) имеет четкое физиологическое обоснование. В экстремальный год засухи микроэлементы (В, Мп, Сu, Zn) сыграли протекторную роль. Литературные данные подтверждают, что предпосевная обработка семян гречихи солями микроэлементов способна снизить потери урожая от засухи на 25-32% за счет активации защитных систем растения и повышения эффективности использования влаги [10, 11, 12]. В данном случае некорневая подкормка в фазу плодообразования, вероятно, частично восстановила поврежденные засухой системы фотосинтеза, стабилизировала мембраны и улучшила передвижение ассимилятов. Сорт К-990, как фасцированная форма с повышенной площадью соцветия, требовал большего количества пластических веществ для его выполнения, что и было частично компенсировано подкормкой в критический период.

Негативная реакция гибрида К-990 на подкормки в благоприятные годы (2019, 2020) также поддается объяснению. Снижение урожайности на вариантах с подкормкой, вероятно, связано с тем, что в условиях достаточного увлажнения дополнительное питание могло стимулировать дальнейший вегетативный рост фасцированных побегов в ущерб формированию генеративных органов.

Для сорта Батыр наиболее эффективной оказалась некорневая подкормка комплексными удобрительными составами в 2019 году в фазу начало побурения плодов, при которой урожайность зерна была выше на 23,9%. В 2020 году наиболее эффективна была подкормка в фазу начало цветения, при которой прибавка урожайности зерна по сравнению с контролем составила 5,7%. В засушливый 2021 год наиболее эффективна оказалась некорневая подкормка в фазу начало плодообразования (+64,3% по сравнению с контролем). В целом за три года для сорта Батыр наиболее эффективными оказались подкормки в фазу начало цветения и начало побурения плодов.

Положительная реакция сорта Батыр на подкормку в фазу побурения плодов в 2019 году (урожайность +23,9%) не является случайной. Влажный 2019 год создал благоприятные условия для вегетативного роста. В позднюю фазу побурения плодов, когда активизируются процессы старения и оттока пластических веществ из листьев, подкормка обеспечила растение легкодоступными формами элементов (особенно калием, магнием и серой). Это способствовало поддержанию фотосинтетической активности листьев («физиологического донора»), что привело к лучшему наливу и выполненности зерна. Такой эффект, когда подкормка улучшает качество зерна, а не его количество, является классическим проявлением действия сбалансированного питания на поздних этапах онтогенеза.

Таблица 1

Влияние некорневой обработки микроэлементами на урожайность гречихи, т/га

Сроки проведения некорневых подкормок	Батыр				К-990			
	2019	2020	2021	Среднее	2019	2020	2021	Среднее
Контроль (без обработок)	2,93	1,25	0,14	1,44	3,13	1,21	0,32	1,55
Начало цветения	3,40	1,30	0,14	1,61	2,49	1,15	0,34	1,33
Начало плодообразования	2,43	1,00	0,25	1,23	2,84	1,08	0,45	1,46
Начало побурения плодов	3,63	1,12	0,23	1,66	2,25	1,10	0,34	1,23
НСР ₀₅ варианты	0,51	0,07	0,11					
НСР ₀₅ фактор А	0,25	0,03	0,06	-	-	-	-	-
НСР ₀₅ фактор В	0,36	0,05	0,08					
НСР ₀₅ фактор АВ	0,36	0,05	-					

Под воздействием комплексного удобрительного состава изменялась и натурная масса зерна гречихи (табл. 2).

Так наиболее эффективной некорневой подкормкой для формирования выполненного зерна для обоих сортов была подкормка в фазу начало побурения плодов. У сорта Батыр в среднем за три года прибавка натурной массы по сравнению с контролем на этом варианте составила 4 г/л (0,7%), на сортообразце К-990 – 6 г/л (1,2%). Стоит отметить, что для сорта Батыр в переувлажненный 2019 год наиболее выполненное зерно сформировалось после некорневой подкормки в фазу начало цветения. На этом варианте прибавка показателя натурная масса по сравнению с контролем составила 3,8%.

Таблица 2

Влияние некорневой обработки микроэлементами на натурную массу гречихи, г/л

Сроки проведения некорневых подкормок	Батыр				К-990			
	2019	2020	2021	Среднее	2019	2020	2021	Среднее
Контроль (без обработок)	555	579	573	569	577	530	573	560
Начало цветения	576	562	549	562	530	530	561	540
Начало плодообразования	549	530	554	544	554	507	560	540
Начало побурения плодов	564	579	575	573	582	549	567	566
НСР ₀₅ варианты	13,54	8,12	8,00					
НСР ₀₅ фактор А	6,17	4,06	4,00	-	-	-	-	-
НСР ₀₅ фактор В	9,58	5,74	5,66					
НСР ₀₅ фактор АВ	9,58	5,74	5,66					

Фаза проведения некорневой подкормки комплексными удобрительными составами сильно влияла на крупность плодов гречихи. Так, для сорта Батыр в благоприятные по гидротермическим показателям 2019 и 2020 годы наиболее эффективной была подкормка, проведённая в фазу начала цветения; при этом прибавка к контролю составила 6,6% и 31,1% соответственно. В 2021 году наиболее высокая масса тысячи плодов была получена при подкормке в фазу плодообразования (+14,8% к контролю). В среднем за три года наиболее эффективной была некорневая подкормка в фазу начала цветения (+4,2 г к контролю).

Разнонаправленные эффекты на массу 1000 семян у сорта Батыр, на первый взгляд кажущиеся хаотичными, имеют логичное объяснение. Колебания этого показателя объясняются тем, что масса семян является интегральным показателем, зависящим от количества завязавшихся плодов. В 2020 году дефицит влаги и высокая температура могли привести к массовому абортыванию завязей. На варианте с подкормкой в цветение обработка способствовала лучшему опылению и завязыванию относительно небольшого количества крупных семян. На варианте с поздней подкормкой, возможно, стимулировалось образование большего числа более мелких плодов, или же стресс повлиял на растения в самый неподходящий момент (табл. 3).

Для сортообразца К-990 нет чёткой картины влияния сроков некорневых подкормок на показатель массы тысячи семян. Так, в 2019 году наиболее крупное зерно было получено на контрольном варианте (34,8 г), в 2020 году – при некорневой подкормке в фазу начала плодообразования (38,0 г), а в 2021 году – в фазу начала цветения (30,7 г). Однако в среднем за три года наибольшая масса тысячи плодов была получена при некорневой подкормке в фазу начала цветения (+1,6 г к контролю).

Влияние некорневой обработки микроэлементами на массу тысячи семян гречихи, г

Сроки проведения некорневых подкормок	Батыр				К-990			
	2019	2020	2021	Среднее	2019	2020	2021	Среднее
Контроль (без обработок)	33,4	29,3	27,7	30,1	34,8	31,4	29,7	31,9
Начало цветения	35,6	38,4	28,6	34,2	33,2	36,5	30,7	33,5
Начало плодообразования	31,8	26,0	31,8	29,9	32,8	38,0	27,8	32,9
Начало побурения плодов	35,1	22,4	28,8	28,8	31,0	30,9	29,3	30,4
НСР ₀₅ варианты	0,55	0,36	0,24					
НСР ₀₅ фактор А	0,27	0,18	0,12	-	-	-	-	-
НСР ₀₅ фактор В	0,39	0,26	0,17					
НСР ₀₅ фактор АВ	0,39	0,26	0,17					

Заключение

На основе проведенных исследований установлено, что эффективность некорневых подкормок комплексными удобрительными составами на гречихе обыкновенной не является однозначной, а критически зависит от генотипических особенностей сорта и гидротермических условий вегетационного периода. Сорт Батыр характеризуется устойчивой положительной отзывчивостью на листовые обработки, однако оптимальные сроки внесения дифференцируются в зависимости от погодных условий: в благоприятные годы максимальные прибавки урожайности обеспечивают подкормки в фазы начала цветения или начала побурения плодов, тогда как в условиях засухи наиболее эффективной оказывается обработка в фазу начала плодообразования. Напротив, гибридная популяция К-990 проявляет положительный отклик исключительно в экстремально засушливые годы при подкормке именно в фазу плодообразования, тогда как в благоприятные по увлажнению сезоны любые некорневые подкормки приводят к снижению урожайности, что связано, вероятно, со стимуляцией вегетативного роста фасциированных побегов в ущерб генеративному развитию. Общим для обоих изученных генотипов является то, что подкормка в фазу начала побурения плодов служит универсальным агроприемом для повышения натурной массы зерна, то есть улучшения выполненности и качества зерновки.

Литература

1. Горбатовский А., Лобан А. Научные принципы, факторы и особенности интенсификации в сельскохозяйственном производстве // *Аграрная экономика*. – 2024. – № 6. – С. 20-32. – DOI: 10.29235/1818-9806-2024-6-20-32.
2. Pretty J. Intensification for redesigned and sustainable agricultural systems // *Science*. – 2018. – Vol. 362, No. 6417. – DOI: 10.1126/science.aav02949.
3. Жеруков Т.Б., Кишев А.Ю., Тутукова Д. А. Особенности применения микроэлементов в сельскохозяйственном производстве // *Успехи современного естествознания*. – 2019. – № 6. – С. 18-22. – DOI: 10.17513/use.37132.
4. Дышко В.Н. О значении микроудобрений в формировании продуктивности гречихи // *Устойчивое развитие агропромышленного комплекса как основа продовольственной безопасности: сборник материалов международной научной конференции, Смоленск, 07 декабря 2023 года*. – Смоленск, 2023. – С. 75-79.
5. Климова Л.Р., Кадырова Ф.З. Эффективность приемов интенсификации при возделывании гречихи в условиях Среднего Поволжья // *Научно-агрономический журнал*. – 2024. – № 2(125). – С. 52-57. – DOI: 10.34736/FNC.2024.125.2.007.52-57.
6. Глазова З.И. Агроэкономическая эффективность применения микро-и органоминеральных удобрений при выращивании гречихи // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2023. – № 2(46). – С. 74-82. – DOI: 10.24412/2309-348X-2023-2-74-82.

7. Глазова З.И. Эффективность применения органоминеральных комплексов для листовых подкормок гречихи // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2019. – № 2(30). – С. 101-107. – DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11098.
8. Козлобаев А.В. Влияние стимуляторов роста и микроудобрений на элементы продуктивности гречихи в условиях ЦЧР // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2014. – № 4(43). – С. 11-18.
9. Klimova L.R., Kadyrova F.Z., Minikaev R.V., Khusnutdinova A.T. Responsiveness of buckwheat varieties to foliar applications by microfertilizer under forest steppe of the Volga region // BIO Web of Conferences. – 2020. – Vol. 27. – P. 00048. – DOI: 10.1051/bioconf/20202700048.
10. Jiang, Y., Wang, S., Liu, Y., Wang, A., Chang, L., Cai, Y., Yu, T., & Chang, Q. (2025). Concentration-dependent effects of boron fertilizer on growth, yield, and quality of buckwheat. *Frontiers in Plant Science*, 16. <https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1548792>.
11. Moisiienko, V., Tymoshchuk, T., & Panchyshyn, V. (2023). Formation of buckwheat productivity depending on foliar feeding. *Agriculture and plant sciences: theory and practice*. <https://doi.org/10.54651/agri.2023.02.07>.
12. Dykyi, O., Lykhochvor, V., & Bahay, T. (2022). Influence of Mineral Fertiliser and Foliar Dressing Rates on Buckwheat Yield. *Scientific Horizons*. [https://doi.org/10.48077/scihor.25\(2\).2022.47-54](https://doi.org/10.48077/scihor.25(2).2022.47-54).

References

1. Gorbatovskiy A., Loban A. Scientific Principles, Factors and Features of Intensification in Agricultural Production. *Agrarnaya ekonomika*, 2024, no. 6, pp. 20–32. DOI: 10.29235/1818-9806-2024-6-20-32. (In Russian)
2. Pretty J. Intensification for Redesigned and Sustainable Agricultural Systems. *Science*, 2018, vol. 362, no. 6417. DOI: 10.1126/science.aav02949.
3. Zherukov T.B., Kisev A.Yu., Tutukova D.A. Features of the Use of Microelements in Agricultural Production. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*, 2019, no. 6, pp. 18–22. DOI: 10.17513/use.37132. (In Russian)
4. Dyshko V.N.O. On the Significance of Microfertilizers in Formation of Buckwheat Productivity. *Ustoychivoe razvitie agropromyshlennogo kompleksa kak osnova prodovol'stvennoy bezopasnosti: sbornik materialov mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii* (Smolensk, December 7, 2023). Smolensk, 2023, pp. 75–79. (In Russian)
5. Klimova L.R., Kadyrova F.Z. Efficiency of Intensification Techniques in Buckwheat Cultivation in the Middle Volga Region. *Nauchno-agronomicheskii zhurnal*, 2024, no. 2(125), pp. 52–57. DOI: 10.34736/FNC.2024.125.2.007.52-57. (In Russian)
6. Glazova Z.I. Agro-economic Efficiency of the Use of Micro- and Organomineral Fertilizers in Buckwheat Cultivation. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2023, no. 2(46), pp. 74–82. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-2-74-82. (In Russian)
7. Glazova Z.I. Efficiency of Foliar Application of Organomineral Complexes on Buckwheat. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2019, no. 2(30), pp. 101–107. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11098. (In Russian)
8. Kozlobaev A.V. Influence of Growth Stimulants and Microfertilizers on Buckwheat Productivity Elements in the Central Chernozem Region. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2014, no. 4(43), pp. 11–18. (In Russian)
9. Klimova L.R., Kadyrova F.Z., Minikaev R.V., Khusnutdinova A.T. Responsiveness of Buckwheat Varieties to Foliar Applications by Microfertilizer under Forest Steppe of the Volga Region. *BIO Web of Conferences*, 2020, vol. 27, p. 00048. DOI: 10.1051/bioconf/20202700048.
10. Jiang, Y., Wang, S., Liu, Y., Wang, A., Chang, L., Cai, Y., Yu, T., & Chang, Q. (2025). Concentration-dependent effects of boron fertilizer on growth, yield, and quality of buckwheat. *Frontiers in Plant Science*, 16. <https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1548792>.
11. Moisiienko, V., Tymoshchuk, T., & Panchyshyn, V. (2023). Formation of buckwheat productivity depending on foliar feeding. *Agriculture and plant sciences: theory and practice*. <https://doi.org/10.54651/agri.2023.02.07>.
12. Dykyi, O., Lykhochvor, V., & Bahay, T. (2022). Influence of Mineral Fertiliser and Foliar Dressing Rates on Buckwheat Yield. *Scientific Horizons*. [https://doi.org/10.48077/scihor.25\(2\).2022.47-54](https://doi.org/10.48077/scihor.25(2).2022.47-54).

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ИСПЫТАНИИ НА ВЫЩЕЛОЧЕННОМ ЧЕРНОЗЕМЕ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В.А. СТЕБАКОВ*, кандидат сельскохозяйственных наук, E-mail: stebakovva@ yandex.ru

В.И. МАЗАЛОВ, доктор сельскохозяйственных наук, E-mail: mazalov-1958@mail.ru

В.Г. НЕБЫТОВ, кандидат биологических наук, E-mail: nebuytov@yandex.ru

*ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

ШАТИЛОВСКАЯ СХОС – ФИЛИАЛ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР, ПОС. ШАТИЛОВО

Аннотация. В 2018-2021 годах проведены экологические испытания на выщелоченном тяжелосуглинистом, среднемоющем черноземе с целью оценки урожайности и качества зерна 28 сортов озимой пшеницы в условиях юго-восточной зоны Орловской области. Наибольшую урожайность зерна сформировали сорта Немчиновская 85 и Эритроспермум 2418/10 (7,0 т/га) в 2020 году. Сорта селекции (ФИЦ Немчиновка) Немчиновская 85, Эритроспермум 2418/10, Эритроспермум 708/12, Немчиновская 57 и Синтетик и Ариадна (Белгородский ФАНЦ РАН) достоверно превышали по урожаю стандарт Московскую 56 в благоприятный 2020 год на 1,90-0,40 т/га и 0,40-1,3 т/га и в неблагоприятный 2021 год на 0,30-1,00 т/га и 0,30-0,60 т/га. Сорт Ариадна в сравнении с стандартом Московская 56 выделился прибавкой урожая зерна – 0,13 т/га, отличался наибольшим количеством высоких значений показателей: стрессоустойчивостью (-0,7 т/га), генетической гибкостью (7,6), коэффициентом адаптивности ($KA=1,10$), гомеостатичностью ($Hom=1,04$), селекционной ценностью ($Sc=4,52$), коэффициентом регрессии ($b_i=0,57$), уровнем стабильности ($ПУСС=147$) и низкой величиной коэффициента вариации ($V=5\%$). Высокоурожайные сорта Немчиновская 85, Эритроспермум 2418/10, Эритроспермум 708/12, Синтетик, Ариадна и Везелка (5,15-5,45 т/га) соответственно обладали наибольшими значениями коэффициента адаптивности ($KA= 1,10-1,16$) и генетической гибкости ($Y_{min} + Y_{max}/2=7,6-8,2$). Применяемые оценочные показатели – значения коэффициентов адаптивности ($KA= 1,10-1,16$) и генетической гибкости ($Y_{min} + Y_{max}/2=7,6-8,2$ т/га) сортов Немчиновская 85, Эритроспермум 2418/10, Эритроспермум 708/12, Синтетик, Ариадна и Везелка с урожайностью 5,15-5,45 т/га указывали на высокую реакцию сортов противостоять действию факторов среды. Сорт Эритроспермум 708/12 с урожайностью 5,38 т/га, улучшенными показателями качества зерна (содержание белка – 15,5%, сырой клейковины – 28,1 %) целесообразно возделывать в условиях юго востока Орловской области.

Ключевые слова: озимая мягкая пшеница (*Triticum aestivum* L.), урожайность, адаптивные свойства, белок, клейковина.

Для цитирования: Стебаков В.А., Мазалов В.И., Небытов В.Г. Урожайность и качество зерна сортов озимой мягкой пшеницы в экологическом испытании на выщелоченном черноземе Орловской области. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2026. № 2 (58): 89-99. DOI: 10.24412/2309-348X-2026-2-89-99

YIELD AND QUALITY OF WINTER WHEAT VARIETIES IN ECOLOGICAL TEST ON LEACHED CHERNOZEM IN THE OREL REGION

V.A. Stebakov*, V.I. Mazalov, V.G. Nebytov

*FSBSI FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS
SHATILOVO AGRICULTURAL EXPERIMENTAL STATION – BRANCH OF FSBSI
FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS

Abstract. In 2018-2021, ecological tests were carried out on leached heavy loamy, medium-

thick chernozem to assess the yield and grain quality of 28 varieties of winter wheat in the southeastern zone of the Orel Region. The highest grain yield was achieved by the varieties Nemchinovskaya 85 and Erythrospermum 2418/10 (7,0 t/ha) in 2020. The varieties of breeding (FSC «Nemchinovka») Nemchinovskaya 85, Erythrospermum 2418/10, Erythrospermum 708/12, Nemchinovskaya 57 and Synthetic and Ariadna (Belgorod FSC RAN) significantly exceeded the yield of the Moskovskaya 56 standard in a favorable 2020 by 1,90 – 0,40 t/ha and 0,40 – 1,3 t/ha and in an unfavorable 2021 by 0,30-1,00 t/ha and 0,30 – 0,60 t/ha. In comparison with the standard Moskovskaya 56, the Ariadna variety had a higher grain yield of 0,13 t/ha and the highest values of the following indicators: stress resistance (-0,7 t/ha), genetic flexibility (7,6), adaptability coefficient (KA=1,10), homeostaticity (Hom=1,04), and breeding value (Sc=4,52), regression coefficient (bi=0,57), stability level (PUSS=147) and low coefficient of variation (V=5%. The high-yielding varieties Nemchinovskaya 85, Erythrospermum 2418/10, Erythrospermum 708/12, Sintetik, Ariadna, and Vezelka (5,15-5,45 t/ha) had the highest values of the coefficient of adaptability (KA=1,10-1,16) and genetic flexibility ($Y_{min} + Y_{max}/2=7,6-8,2$). The applied estimates – the values of the coefficients of adaptivity (KA= 1,10-1,16) and genetic flexibility ($Y_{min} + Y_{max}/2=7,6-8,2$ t/ha) of Nemchinovskaya 85, Erythrospermum 2418/10, Erythrospermum 708/12, Sintetik, Ariadna and Veselka varieties with yields of 5,15 t/ha -5,45 t/ha indicated high response of varieties to resist the action of environmental factors. The Erythrospermum 708/12 variety with a yield of 5,38 t/ha and improved grain quality (protein content of 15,5%, crude gluten content of 28,1%) is suitable for cultivation in the southeast of the Orel Region.

Keywords: winter bread wheat (*Triticum aestivum* L.), productivity, adaptive properties, protein, gluten.

В Орловской губернии основной зерновой культурой была озимая рожь, занимавшая в 1880-1884 гг. и 1887-1902 гг. 51,3-52,5% посевной площади (893,6-846,5 тыс. десятин), на долю озимой пшеницы приходилось 4,2-3,5% (72,6-55,9 тыс. десятин). Озимая пшеница как высокодоходная культура возделывалась в восточных районах губернии, ее посевные площади в 1886-1902 гг. занимали «почти одинаковое место с рожью» (П.А. Загорский, 1898). В имении Шатиловых «Моховое», на территории которого была организована Шатиловская СХОС, ввиду высоких закупочных цен на зерно пшеницы (четверть зерна озимой пшеницы в 1886 году продавалась за 8,5-12 руб., четверть ржи – 5-8 рублей) способствовало возделыванию более выгодной культуры на площади 450-680 га. Ежегодно продавали 2000 четвертей гирой красноколоски и на небольших участках испытывали с целью введения в культуру, выписанные из других губерний «сорта» озимой пшеницы: Куявку, Трумб, Сандомирку, Костромку (Пулавку) и Одесскую. Средняя урожайность озимой пшеницы гирой красноколоски с 1806 г. по 1900 г. составила – 1,35 т/га, варьировавшей по годам в пределах от 0,36 до 2,29 т/га. Самые высокие урожаи – 2,29 и 2,25 т/га были получены в 1844 г. и 1860 г.

В первых опытах Шатиловской СХОС по агротехнике, применению удобрений использовали длительно возделываемую в имении Шатиловых озимую пшеницу - гирую красноколоску. В 1899-1901 гг. испытывали: местную гирую красноколоску, усатую красноколоску, канадскую, тейскую (от Иммера), Костромку (от Новоалександрийского института сельского хозяйства и лесоводства), Сандомирку и Даттель. Результаты опыта «сводились к предпочтению местных сортов и выдвинули значение культурного улучшения этих сортов». Местная пшеница по массе зерна с соломой и величине урожая зерна не уступала выписанным сортам (В.В. Винер, 1906). Селекционная работа с озимой пшеницей началась в 1912 году с изучения 49 местных форм, позволившей выделить ценный исходный материал. С 1934 года в селекционном процессе использовали исходный материал, выделенный в результате изучения местных образцов и привлеченного материала из генофонда коллекции ВИР. В результате работ начального этапа из местного образца был создан сорт Шатиловская 22. С 1944 по 1949 годы сорт озимой безостой пшеницы Шатиловская 22 на 0,07, 0,02 и 0,16 т/га превысил по урожайности сорта Северянка, Ульяновка и Ферругинеум 1239. Из сравниваемых сортов озимой пшеницы относительной устойчивостью к бурой ржавчине выделились сорта Одесская 10 и Шатиловская 2927/3 (Г.В.

Копелькиевский, 1951). В 1956-1966 гг. использован исходный материал для создания сортов озимой пшеницы, сочетающих высокую продуктивность с хорошим качеством зерна, устойчивость к болезням и зимостойкость. В последующий период селекционная работа с озимой пшеницей неоднократно прерывалась и возобновлялась. С 1963 года высокоурожайный пластичный сорт озимой пшеницы Мироновская 808 доминировал во многих областях Нечерноземья. Задачу создания равноценного аналога данному сорту на опытной станции не удалось. В 1992 году совместно с НИИСХ Центральных районов Нечерноземной зоны создан сорт мягкой озимой пшеницы Немчиновская 95.

В настоящее время в Орловской области озимая пшеница - основная зерновая культура, посевная площадь в 2018-2021 гг. составляла 422,2 – 458,6 тыс. га, урожайность зерна – 4,17 – 4,58 т/га. Существенный 10% прирост урожайности достигался за счет возделывания высокоурожайных сортов и технологий, обеспечивающих стабильное производство зерна озимой пшеницы высокого качества [1, 2, 3]. Неравномерное выпадение осадков в весенне-летний и осенний периоды, в сочетании с неблагоприятными условиями перезимовки могут существенно снизить урожайность зерна озимой пшеницы и качество продукции. Необходимо возделывать несколько сортов озимой пшеницы, с различными хозяйственно-биологическими особенностями и свойствами, которые формируют устойчивую по годам продуктивность в нестабильных условиях Орловской области. С 1996 года на опытной станции изучается влияние экологических условий на формирование комплекса хозяйственноценных признаков новых и перспективных сортов озимой пшеницы селекции российских и зарубежных селекционеров, адаптированных к условиям Орловской области.

Цель исследования – выделение по урожайности и адаптивным свойствам сортов озимой пшеницы в варьирующих погодных условиях, приспособленных к условиям юго – востока Орловской области.

Условия, материалы и методы

В 2018-2021 годах в полевых опытах были проведены экологические испытания 28 сортов озимой пшеницы, созданных в селекцентрах РФ. Стандарт – Московская 56. Почва – выщелоченный тяжелого гранулометрического состава, среднемощный чернозем; pH – 5,5-5,7; содержание гумуса – 6,5-6,9% (по Тюрину); подвижного фосфора – 82-93 мг/кг и обменного калия (K_2O) 127-132 мг/кг почвы (по Чирикову). Предшественник – чистый пар, повторность 5 – кратная, учетная площадь делянки 9 м². Удобрения были внесены под предпосевную культивацию в дозе $N_{45}P_{45}K_{45}$ кг/га (P_2O_5). Применяли азотные – Наа, фосфорные – Рсд и калийные – Кх минеральные удобрения. Сев культуры проводили сеялкой СН-16 с нормой высева 3,5 млн всхожих семян на 1 га. В течение вегетации проводили учеты, наблюдения и оценку сортов в соответствии с «Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (2019)». Уборку урожая осуществляли в фазе полной уборочной спелости поделочно комбайном Сампо 130. Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа по Доспехову (2019), коэффициент линейной регрессии (b_i) и среднее квадратическое отклонение (S_i^2) урожайности выполняли по Эберхарту и Раселлу в редакции Пакудина с соавторами (1984), устойчивость к стрессу ($Y_{min}-Y_{max}$) и компенсаторную способность ($Y_{min} + Y_{max}$)/2 – по А.А. Rossielle и S. Hemblin (1981) в изложении А.А. Гончаренко (2005), коэффициент адаптивности (КА) – по Животкову и соавт. (1984), гомеостатичность (Ном) и селекционную ценность (S_c) определяли по Хангильдину (1977), показатель относительной стабильности (St^2) по Соболеву (1980), (ПУСС) – по Неттевичу и соавт. (1985). Биохимические показатели зерна определяли с помощью Infratek 1241.

Результаты и обсуждение

Годы проведения исследований были различными по количеству выпавших осадков и среднесуточным температурам вегетационных периодов. Май 2018 года характеризовался дефицитом осадков (69% от нормы). Среднесуточная температура июня на 0,9°C была ниже среднемноголетней, осадки составили – 18% от среднемноголетней нормы, что отрицательно сказалось на развитии озимой пшеницы. В июле количество осадков составило – 144% от средней многолетней нормы. Август был теплее обычного на 2°C, количество осадков

составило 28,1% от нормы, повлиявших на проведение уборки урожая. Среднесуточная температура воздуха мая 2019 года составила 15,9°C, осадков выпало 137% от среднемноголетней нормы. В июне среднесуточная температура воздуха превысила среднемноголетнюю на 3,9°C. В июне и августе выпало осадков – 51-60% к среднегодовой норме. В 2020 году, осенью отрицательные температуры воздуха составляли – 2-10°C, снежный покров зимой достигал 10-15 см, перезимовка озимой пшеницы была благоприятной. Сумма осадков в июне и июле 2020 года составивших -22 мм и -31 мм от среднемноголетней нормы, существенно сказалось на урожае зерна озимой пшеницы. В 2021 году продолжительный засушливый период июня-августа оказал негативное влияние на урожайность сортов озимой пшеницы. Сумма осадков в июне – августе составила соответственно 55%, 63% и 79% от среднемноголетних показателей. Среднесуточная температура воздуха в июне – августе превышала среднемноголетние показатели на 3°C, 4,3°C и 3,5°C.

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа позволили установить достоверность влияния на урожайность пшеницы фактора «сорт» – 32%. Вклад в формирование урожайности фактора «годы исследования» был на уровне 35%. Взаимодействие двух факторов составило – 33%. Сопоставление средних многолетних данных урожая зерна при экологическом сортоиспытании в разные по погодным условиям годы позволило выявить сорта озимой пшеницы, наиболее адаптированных к условиям Орловской области. Различия в количестве и периодичности выпавших осадков, среднесуточных температурах воздуха, в осенний и летний периоды вегетации значительно влияли на межгодовую вариабельность урожайности сортов озимой пшеницы. Индекс условий среды (I_j) в 2018-2021 гг. изменялся от – 0,54 до +0,66. Среднесортная урожайность зерна сортов по годам соответственно составила – 4,50, 4,80, 5,36 и 4,16 т/га (табл. 1).

Сорта мягкой озимой пшеницы Везелка и Богданка по результатам испытаний 2018 года сформировали одинаковую с стандартным сортом Московская 56 урожайность - 5,2 т/га. Не отмечено превышения по урожайности зерна всех испытываемых сортов к стандарту Московская 56. В условиях 2019 года достоверно превысили стандарт по величине урожая сорта Эритроспермум 2418/10 (+0,10 т/га) и Везелка (+0,60 т/га). В самый благоприятный 2020 год по погодным условиям ($I_j = +0,66$) получена наибольшая среднесортная урожайность озимой пшеницы 5,36 т/га. Самую высокую урожайность зерна сформировали сорта Немчиновская 85, Эритроспермум 2418/10 (7,0 т/га), Эритроспермум 708/12 (6,2 т/га), Немчиновская 57 (5,5 т/га), Ариадна (5,5 т/га), Синтетик (6,4 т/га), Леонида (6,2 т/га), Синева (6,6 т/га), Донмира (6,2 т/га), Черноземка 188 (5,6 т/га) и Аксиныя (5,3 т/га), достоверно превышавших по этому показателю стандарт на 0,2-1,9 т/га. В наиболее неблагоприятный 2021 год ($I_j = -0,54$) с низкой среднесортной урожайностью зерна озимой пшеницы 4,16 т/га из сравниваемых сортов достоверно превысили стандарт Немчиновская 85 (+0,40 т/га), Эритроспермум 2418/10 (+0,30 т/га), Эритроспермум 708/12 (+1,00 т/га), Немчиновская 57 (+0,30 т/га), Московская 40 (+0,40 т/га), Ариадна (+0,30 т/га), Синтетик (+0,60 т/га) и Стрелецкая 12 (+0,50 т/га). В среднем за 4 года наиболее высокоурожайны были сорта: Немчиновская 85 (5,45 т/га), Эритроспермум 2418/10 (5,43 т/га), Эритроспермум 708/12 (5,38 т/га), Синтетик (5,35 т/га), Ариадна (5,18 т/га), Везелка (5,15 т/га) превысившие стандарт Московскую 56 на 0,10-0,40 т/га.

Джироламо Ацци (Ацци Д., 1959) установлено, что урожайность является следствием компромисса между продуктивностью и устойчивостью к стрессовым погодным условиям. В связи с чем существенно затруднена задача совместимости в сорте высокой продуктивности и значительной устойчивости к неблагоприятным факторам среды. По результатам исследований высокий урожай формировался у сортов Немчиновская 85, Эритроспермум 2418/10), Эритроспермум 708/12, Немчиновская 57, Синтетик и Ариадна как в наиболее, так и наименее благоприятных погодных условиях. Сорта Немчиновская 85, Эритроспермум 2418/10, Эритроспермум 708/12, Немчиновская 57 селекции (ФИЦ Немчиновка) и Синтетик, Ариадна (Белгородский ФАНЦ РАН) соответственно достоверно превышали по урожаю

Таблица 1

Урожайность сортов озимой пшеницы

Сорт	Урожайность, т/га				Среднее	К стандарту
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.		
Московская 56 (St.)	5,2	5,4	5,1	4,5	5,05	-
Немчиновская 85	4,7	5,2	7,0	4,9	5,45	+0,40
Эритроспермум 2418/10	4,4	5,5	7,0	4,8	5,43	+0,38
Эритроспермум 708/12	4,8	5,0	6,2	5,5	5,38	+0,33
Немчиновская 57	4,7	4,7	5,5	4,8	4,93	-0,12
Московская 40	4,4	4,2	5,1	4,9	4,65	-0,40
Московская 39	4,4	4,6	5,0	4,1	4,53	-0,52
Ариадна	5,1	5,3	5,5	4,8	5,18	+0,13
Синтетик	4,6	5,3	6,4	5,1	5,35	+0,30
Корочанка	4,4	5,4	5,1	4,2	4,78	-0,27
Везелка	5,2	6,0	4,8	4,6	5,15	+0,10
Богданка	5,2	4,7	4,6	3,2	4,43	-0,62
Скипетр 2	3,8	4,7	4,7	3,9	4,28	-0,77
Крастал	3,6	4,4	5,1	4,1	4,30	-0,75
Леонида	4,6	4,5	6,2	4,4	4,93	-0,12
Стрелецкая 12	4,8	4,7	5,1	5,0	4,90	-0,15
Синева	3,6	4,4	6,6	3,6	4,55	-0,50
Донмира	4,7	4,6	6,2	3,9	4,85	-0,20
Октава 15	4,3	4,8	5,2	3,8	4,53	-0,52
Боярыня	4,2	4,3	5,0	2,7	4,05	-1,00
Вестница	4,0	4,1	5,2	3,3	4,15	-0,90
Золушка	4,5	4,9	4,8	3,7	4,48	-0,57
Губернатор Дона	4,0	4,7	5,1	3,7	4,38	-0,67
Алексеич	4,4	4,8	4,8	4,5	4,63	-0,42
Поволжская новь	4,4	4,5	4,1	3,9	4,23	-0,82
Поволжская нива	4,6	4,4	3,8	3,0	3,95	-1,10
Черноземка 188	4,7	4,4	5,6	3,7	4,60	-0,45
Аксинья	4,5	4,4	5,3	4,0	4,55	-0,50
I _j	-0,21	0,08	0,66	-0,54	-	-
НСР ₀₅	0,14	0,11	0,10	0,13	-	-

Для оценки адаптивных свойств сортов используют различные методики, определяющие количественные значения показателей стрессоустойчивости, генетической гибкости, гомеостатичности, пластичности и стабильности [4 - 12]. Величина стрессоустойчивости сорта определялась различием между минимальной и максимальной урожайностью (Y_{\min} - Y_{\max}) (табл. 2).

В исследуемой группе сортов наиболее стрессоустойчивые к стандарту Московская 56 (-0,9 т/га) были сорта Стрелецкая 12 и Алексеич (-0,4 т/га), Поволжская новь (-0,6 т/га) и Ариадна (-0,7 т/га). Низкая стрессоустойчивость свойственна сортам Синева (-3,0 т/га), Эритроспермум 2418/10 (-2,6 т/га), Немчиновская 85, Донмира и Боярыня (-2,3 т/га).

Показатель генетической гибкости $(Y_{\min}+Y_{\max})/2$ определяет реакцию сорта на условия выращивания в контрастных условиях среды.

Таблица 2

Показатели стрессоустойчивости, генетической гибкости, гомеостатичности, пластичности и стабильности сортов в экологическом сортоиспытании, (2018-2021 гг.)

Сорт	$Y_{\min}-Y_{\max}$, т/га	$Y_{\min} + Y_{\max}/2$, т/га	КА	V, %	Hom	Sc	S_t^2	b_i	S_i^2	ПУСС
Московская 56	-0,9	7,2	1,07	7	0,72	4,21	0,99	0,42	3,27	100
Немчиновская 85	-2,3	8,2	1,16	17	0,32	3,66	0,96	1,88	2,25	48
Эритроспермум	-2,6	7,9	1,15	18	0,30	3,41	0,94	2,06	2,36	45
Эритроспермум	-1,4	7,9	1,14	10	0,54	4,16	0,99	0,73	2,76	80
Немчиновская 57	-0,8	7,5	1,05	7	0,70	4,10	0,99	0,61	2,36	95
Московская 40	-0,9	6,8	0,99	8	0,58	3,83	0,99	0,23	2,22	74
Московская 39	-0,9	6,6	0,96	7	0,65	3,71	0,99	0,74	2,09	81
Ариадна	-0,7	7,6	1,10	5	1,04	4,52	0,99	0,57	2,94	147
Синтетик	-1,8	7,8	1,14	12	0,45	3,85	0,99	1,27	2,58	66
Корочанка	-1,2	6,9	1,02	10	0,48	3,71	0,99	0,84	2,79	63
Везелка	-1,4	7,6	1,10	10	0,52	3,95	0,99	0,16	4,24	73
Богданка	-1,9	5,8	0,94	17	0,26	2,72	0,97	0,82	3,20	32
Скипетр 2	-0,9	6,2	0,91	10	0,43	3,46	0,99	0,80	2,05	50
Крастал	-1,1	6,2	0,91	13	0,33	3,04	0,99	1,02	1,76	39
Леонида	-1,8	7,5	1,05	15	0,33	3,50	0,98	1,50	1,88	45
Стрелецкая 12	-0,4	7,3	1,04	3	1,63	4,52	0,99	0,11	2,62	219
Синева	-3,0	6,9	0,97	27	0,17	2,48	0,80	2,65	1,21	21
Донмира	-2,3	7,0	1,03	17	0,29	3,05	0,96	1,83	1,78	38
Октава 15	-1,4	6,4	0,96	12	0,38	3,31	0,99	1,17	2,03	47
Боярыня	-2,3	5,2	0,86	21	0,19	2,19	0,95	1,73	1,68	21
Вестница	-1,9	5,9	0,88	16	0,26	2,74	0,98	1,52	1,37	30
Золушка	-1,2	6,2	0,95	11	0,41	3,38	0,99	0,85	2,43	50
Губернатор Дона	-1,4	6,3	0,93	13	0,34	3,17	0,99	1,22	1,86	41
Алексеич	-0,4	6,8	0,98	4	1,16	4,24	0,99	0,31	2,44	147
Поволжская новь	-0,6	6,2	0,91	6	0,71	3,66	0,99	0,10	2,41	82
Поволжская нива	-1,6	5,3	0,84	16	0,25	2,58	0,98	0,40	2,81	27
Черноземка 188	-1,9	6,5	0,98	15	0,31	3,04	0,98	1,43	1,88	39
Аксинья	-1,3	6,7	0,97	10	0,46	3,43	0,99	1,02	1,99	57

Наибольшее значение генетической гибкости превышающего стандарт отмечены у сортов Немчиновская 85 (8,2 т/га), Эритроспермум 2418/10 и Эритроспермум 708/12 (7,9 т/га), Синтетик (7,8 т/га), Ариадна и Везелка (7,6 т/га), Немчиновская 57 и Леонида (7,5 т/га), Стрелецкая 12 (7,3 т/га). В данную группу вошли сорта, отнесенные по средней урожайности к самым высокопродуктивным. Сорта с самой низкой урожайностью за 2018-2021 гг. Боярыня и Поволжская нива характеризовались и самыми низкими показателями генетической гибкости (5,2 т/га и 5,3 т/га). Коэффициент адаптивности, рассчитанный по отношению урожайности каждого сорта к суммарной урожайности сортов, деленной на общее их количество, варьировал от 0,84 до 1,16. Наибольшее значение коэффициента

адаптивности ($KA > 1$) превысившего стандарт отмечено у сортов Немчиновская 85 ($KA=1,16$), Эритроспермум 2418/10 ($KA=1,15$), Эритроспермум 708/12 и Синтетик ($KA=1,14$) Ариадна и Везелка ($KA=1,14$). Низкое значение коэффициента адаптивности ($KA < 1$) имели неурожайные сорта Боярыня и Поволжская нива ($KA=0,86$) и ($KA=0,84$). Коэффициент вариации, $V\%$ (стандартное отклонение, выраженное в процентах к средней арифметической показателей), относительный показатель количественной изменчивости. По Доспехову принято считать величину $V\%$, незначительной ($V < 10\%$); средней ($V=10-20\%$); значительной ($V > 20\%$).

По величине коэффициента вариации большая часть сортов соответствовала низким и средним значений показателей варьирования урожая. Наименьшее варьирование урожая отмечено у сортов Стрелецкая 12 ($V=3\%$), Алексеич ($V=4\%$), Ариадна ($V=5\%$), Поволжская новь ($V=6\%$) Московская 56, Немчиновская 57, Московская 39 ($V=7\%$), Московская 40 ($V=8\%$). Средней изменчивостью, превышавшей стандарт – Московскую 56, характеризовались сорта Эритроспермум 708/12, Корочанка, Везелка, Скипетр 2 и Аксинья – ($V=10\%$), Золушка ($V=11\%$), Октава 15 и Синтетик ($V=12\%$), Крастал и Губернатор Дона ($V=13\%$), Леонида и Черноземка 188 ($V=15\%$), Вестница и Поволжская Нива ($V=16\%$), Немчиновская 85 и Донмира ($V=17\%$), Эритроспермум 2418/10 ($V=18\%$). Сорта Синева и Боярыня относительно стандартного сорта Московская 56 были с самыми высокими показателями варьирования урожая, $V=27\%$ и $V=21\%$. Величина гомеостатичности (Hom) рассчитанная по отношению средней арифметической величины урожая сорта к коэффициенту вариации отображает способность сорта к меньшему снижению урожая при изменении условий возделывания. Более высокие величины (Hom) выявлены у сортов Ариадна ($Hom=1,04$), Стрелецкая 12 ($Hom=1,63$) и Алексеич ($Hom=1,16$). Самая низкая величина (Hom) отмечена у сортов Синева ($Hom=0,17$) и Боярыня ($Hom=0,19$). Селекционная ценность сорта, определенная по формуле: $Sc = X_{ср.} \times X_{lim} / X_{opt}$, где $X_{ср.}$ средняя урожайность по сорту; – X_{lim} урожайность лимитированная; – X_{opt} урожайность оптимальная) показала, что сорта с высоким показателем гомеостатичности Ариадна и Стрелецкая 12 имели высокую величину селекционной ценности, $Sc=4,52$, наименьшую сорта Синева ($Hom=2,48$) и Боярыня ($Hom=2,19$). Определение показателя относительной стабильности ($St^2 = X^2 - S^2 / X^2$, где X – средний урожай сорта, S^2 – общая дисперсия урожая данного сорта) выявило меньшие к стандарту показатели у сортов Боярыня ($St^2=0,95$), Немчиновская 85 и Донмира ($St^2=0,96$), Богданка ($St^2=0,97$), Леонида, Вестница, Черноземка 188 ($St^2=0,98$). Сорт Синева характеризовался самой низкой величиной относительной стабильности $St^2=0,80$. В равной с одинаковыми значениями с стандартом Московская 56 ($St^2=0,99$) группе были сорта – Эритроспермум 708/12, Немчиновская 57, Московская 40, Московская 39, Ариадна, Синтетик, Корочанка, Везелка, Скипетр 2, Крастал, Стрелецкая 12, Октава 15, Золушка, Губернатор Дона, Алексеич. Пластичность, определяется по коэффициенту линейной регрессии (bi), показывает, насколько изменится уровень признака при улучшении или ухудшении комплекса условий среды. Из сравниваемых сортов озимой пшеницы наибольшей реакцией на условия года и превышавшим стандарт Московская 56 ($bi > 1$) отличились сорта Немчиновская 85 ($bi=1,88$), Эритроспермум 2418/10 ($bi=2,06$), Синтетик ($bi=1,27$), Крастал ($bi=1,02$), Леонида ($bi=1,50$), Синева ($bi=2,65$), Донмира ($bi=1,83$), Октава 15 ($bi=1,17$), Боярыня ($bi=1,73$), Вестница ($bi=1,52$), Губернатор Дона ($bi=1,22$), Черноземка 188 ($bi=1,43$), Аксинья ($bi=1,02$). Коэффициент регрессии ($bi < 1$) отмечен у сортов Стрелецкая 12 ($bi=0,11$), Алексеич ($bi=0,31$) и Поволжская новь ($bi=0,11$). Данные сорта слабо отзываются на изменения условий возделывания и в условиях интенсивного земледелия не могут формировать высокий урожай. Данные сорта необходимо использовать на экстенсивном фоне. Если значение коэффициента bi близко к 1, отмечается соответствие изменения урожайности сорта изменению условий среды. По данным исследований к этой группе относятся сорта Корочанка ($bi=0,84$) и Золушка ($bi=0,85$). Дисперсия (Si^2) характеризует стабильность сорта, уровень отклонения его урожая в исследуемый год от средней урожайности за все годы в различных условиях выращивания. Чем меньше данный показатель, тем более стабильно сорт формирует урожай. Наибольшая

стабильность урожайности зерна при изменении погодных условий с наименьшими значениями отмечена у сортов озимой пшеницы Синева ($S_i^2 = 1,21$), Вестница ($S_i^2 = 1,37$), Боярыня ($S_i^2 = 1,68$), Крастал ($S_i^2 = 1,68$), Губернатор Дона ($S_i^2 = 1,86$), Леонида и Черноземка 188 ($S_i^2 = 1,88$), Аксинья ($S_i^2 = 1,99$). Наименьшей стабильностью (наибольшим значением S_i^2) урожая зерна характеризовались сорта Везелка ($S_i^2 = 4,24$) и Богданка ($S_i^2 = 3,20$). Из показателей гомеостатичности ПУСС является комплексным, поскольку позволяет одновременно учитывать уровень и стабильность урожайности и характеризует способность отзываться на улучшение условий выращивания, а при их ухудшении поддерживать достаточно высокий уровень продуктивности. Результаты проведенных расчетов свидетельствуют о том, что по стабильности формирования урожая превышали стандарт Московскую 56 (ПУСС =100), сорта Ариадна (ПУСС =147), Стрелецкая 12 (ПУСС =219), Алексеич (ПУСС =147). Остальные сорта по этому показателю уступали стандарту.

Установлены корреляционные взаимосвязи между урожайностью сортов и показателями адаптивных свойств, выделены значимые информативные показатели с наибольшим количеством достоверных корреляционных связей (табл. 3).

Таблица 3

Корреляционная матрица парных связей между урожайностью и показателями адаптивности сортов

Показатели	Урожай, т/га	$Y_{min}-Y_{max}$, т/га	$Y_{min} + Y_{max}/2$, т/га	КА	V, %	Ном	Sc	St ²	bi	S_i^2
Коэффициент корреляции, r										
$Y_{min}-Y_{max}$, т/га	-0,088									
$Y_{min} + Y_{max}/2$, т/га	*0,964	-0,018								
КА	*0,999	-0,089	*0,967							
V, %	-0,171	*-0,951	-0,222	-0,172						
Ном	0,251	0,760	0,310	0,248	-0,814					
Sc	0,644	0,691	0,692	0,645	-0,843	0,799				
St ²	0,021	0,691	-0,023	0,018	-0,736	0,350	0,476			
bi	0,081	-0,891	0,072	0,077	0,857	-0,649	-0,598	-0,696		
S_i^2	0,409	0,363	0,300	0,414	-0,460	0,354	0,528	0,402	-0,646	
ПУСС	0,349	0,718	0,397	0,346	-0,795	*0,993	0,835	0,336	-0,616	0,392

*Коэффициенты корреляции значимы, P =95%

Наиболее достоверно средняя урожайность положительно коррелировала с коэффициентом адаптации (КА), $r=0,999$ и генетической гибкости, $r=0,964$, что свидетельствует о возможности выявления сортов сочетающих высокую урожайность с коэффициентом адаптивности и генетической гибкости. Сортам с высокой урожайностью Немчиновская 85 (5,45 т/га), Эритроспермум 2418/10 (5,43 т/га), Эритроспермум 708/12 (5,38 т/га), Синтетик (5,35 т/га), Ариадна (5,18 т/га), Везелка (5,15 т/га) соответствовали сорта с наибольшими значениями (КА) Немчиновская 85 (КА=1,16), Эритроспермум 2418/10 (КА=1,15), Эритроспермум 708/12 и Синтетик (КА=1,14) Ариадна и Везелка (КА=1,14) и генетической гибкости Немчиновская 85 (8,2 т/га), Эритроспермум 2418/10 и Эритроспермум 708/12 (7,9 т/га), Синтетик (7,8 т/га), Ариадна и Везелка (7,6 т/га). Определенный интерес представляют взаимосвязи показателей между собой. Наиболее информативны положительные корреляционные зависимости между показателями генетической гибкости и коэффициентом адаптивности, $r = 0,967$ и между гомеостатичностью (Ном) и уровнем стабильности сорта (ПУСС), $r = 0,993$. Сорта с наибольшим значением генетической гибкости Немчиновская 85 (8,2 т/га), Эритроспермум 2418/10 и Эритроспермум 708/12 (7,9 т/га), Синтетик (7,8 т/га), Ариадна и Везелка (7,6 т/га)

соответствовали сортам с наибольшими значениями коэффициента адаптивности Немчиновская 85 (КА=1,16), Эритроспермум 2418/10 (КА=1,15), Эритроспермум 708/12 и Синтетик (КА=1,14) Ариадна и Везелка (КА=1,14). Более высокие величины (Ном) у сортов Ариадна (Ном =1,04), Стрелецкая 12 (Ном =1,63) и Алексеич (Ном =1,16) соответствовали сортам с более высоким уровнем стабильности сорта Ариадна (ПУСС =147), Стрелецкая 12 (ПУСС =219), Алексеич (ПУСС =147). Статистически значима отрицательная корреляционная связь между показателем стрессоустойчивости ($Y_{min}-Y_{max}$, т/га) и коэффициентом вариации (V, %), $r = -0,951$. Наиболее стрессоустойчивые сорта Стрелецкая 12 и Алексеич (-0,4 т/га), Ариадна (-0,7 т/га) соответствовали сортам с высоким показателем уровня стабильности — Ариадна (ПУСС =147), Стрелецкая 12 (ПУСС =219), Алексеич (ПУСС =147).

Важнейшими показателями качества зерна пшеницы – содержание белка и клейковины. В зерне содержание белка соответствовало 1 классу по сортам – Немчиновская 85 (14,7%), Эритроспермум 708/12 (15,5%), Московская 40 (15,3%), Московская 39, Эритроспермум 2418/10 и Аксинья (14,8%), превысивших стандарт Московскую 56 на 0,5-1,3% (табл. 4).

Таблица 4

Содержание белка и сырой клейковины в зерне сортов пшеницы озимой мягкой, (среднее за 2018-2021 гг.)

Сорт	Белок, %		V, %	Сырая клейковина, %		V, %
		к стандарту			к стандарту	
Московская 56 (St.)	14,2	к стандарту	6	23,4	к стандарту	10
Немчиновская 85	14,7	0,5	6	26,2	2,8	8
Эритроспермум 2418/10	14,8	0,6	5	26,0	2,6	8
Эритроспермум 708/12	15,5	1,3	6	28,1	4,7	11
Немчиновская 57	13,5	-0,7	5	23,4	-	10
Московская 40	15,3	1,1	7	27,4	4	7
Московская 39	14,8	0,6	5	26,8	3,4	8
Ариадна	13,4	-0,8	6	21,4	-2,0	8
Синтетик	14,3	0,1	7	23,7	0,3	10
Корочанка	13,3	-0,9	8	22,4	-1,0	12
Везелка	13,2	-1,0	5	22,7	-0,7	11
Богданка	12,1	-2,1	11	21,1	-2,3	8
Скипетр 2	13,0	-1,2	6	21,2	-2,2	8
Крастал	13,3	-0,9	9	21,5	-1,9	8
Леонида	13,3	-0,9	6	22,8	-0,6	9
Стрелецкая 12	13,0	-1,2	7	19,8	-3,6	3
Синева	13,6	-0,6	12	23,6	0,2	13
Донмира	13,8	-0,4	11	22,4	-1,0	10
Октава 15	13,5	-0,7	6	21,2	-2,2	5
Боярыня	12,7	-1,5	9	22,4	-1,0	14
Вестница	13,1	-1,1	9	20,6	-2,8	10
Золушка	13,1	-1,1	7	21,2	-2,2	6
Губернатор Дона	12,9	-1,3	8	20,3	-3,1	10
Алексеич	13,3	-0,9	6	22,0	-1,4	10
Поволжская новь	14,1	-0,1	5	24,6	1,2	8
Поволжская нива	13,9	-0,3	5	23,9	0,5	7
Черноземка 188	13,5	-0,7	9	22,6	-0,8	9
Аксинья	14,8	0,6	9	24,6	1,2	7

Наиболее высокие показатели по содержанию сырой клейковины, соответствовавшие 3 классу определены в зерне сортов – Немчиновская 85 (26,2%), Эритроспермум 2418/10 (26,0%), Эритроспермум 708/12 (28,1%), Немчиновская 57 (23,4%), Московская 40 (27,4%), Московская 39 (26,8%), Синтетик (23,7%) Синева (23,6%), Поволжская нива (23,6%), Поволжская новь и Аксинья (24,6%), превысивших стандарт по этому показателю на 0,5-4,7%. Более низкое содержание клейковины -19,8% - 22,8%, соответствовавшее 4 – му классу отмечено в зерне сортов Ариадна, Корочанка, Везелка, Богданка, Скипетр 2, Крастал, Леонида, Стрелецкая 12, Донмира, Октава 15, Боярыня, Вестница, Золушка, Губернатор Дона, Алексеич, Черноземка 188. Содержание белка и клейковины в зерне пшеницы колебалось по сортам и зависело от погодных условий возделывания, варьировало в пределах $V=5\% - V=12\%$ и $V=5\% - V=13\%$. Наибольшей изменчивостью содержание белка отмечалось у сортов Богданка и Донмира, $V=11\%$ и Синева $V=12\%$, наименьшей Эритроспермум 2418/10. Немчиновская 57 Московская 39 Везелка Поволжская новь и Поволжская нива – $V=5\%$. Более высоким варьированием содержания сырой клейковины в зерне пшеницы отличались сорта Эритроспермум 708/12 ($V=12\%$), Корочанка ($V=11\%$), Везелка ($V=11\%$), Синева ($V=13\%$), Боярыня ($V=14\%$).

Заключение

По результатам исследований самую высокую урожайность зерна сформировали в 2020 году сорта Немчиновская 85 и Эритроспермум 2418/10 – 7,0 т/га, минимальную в 2021 году – Боярыня – 2,7 т/га и Поволжская нива – 3,0 т/га. В среднем за 4 года сорта Немчиновская 85, Эритроспермум 2418/10, Эритроспермум 708/12, Синтетик, Ариадна и Везелка превысили стандарт Московскую 56 на 0,10-0,40 т/га. Сорта селекции ФИЦ «Немчиновка» Немчиновская 85, Эритроспермум 2418/10, Эритроспермум 708/12, Немчиновская 57 и Синтетик, Ариадна Белгородского ФАНЦ РАН достоверно превышали по урожаю стандарт Московскую 56 в благоприятный 2020 год на 1,90 - 0,40 т/га и 0,40-1,3 т/га и в неблагоприятный 2021 год на 0,30-1,00 т/га и 0,30-0,60 т/га. Сорт Ариадна в сравнении с стандартом выделялся прибавкой урожая зерна – 0,13 т/га и отличался от сравниваемого сорта Московская 56 наибольшим количеством высоких значений показателей: стрессоустойчивостью (-0,7 т/га), генетической гибкостью (7,6), коэффициентом адаптивности ($KA=1,10$), гомеостатичностью ($Hom=1,04$), селекционной ценностью ($Sc=4,52$), коэффициентом регрессии ($b_i=0,57$), уровнем стабильности ($ПУСС=147$) и низкой вариабельностью ($V=5\%$). Высокие значения коэффициентов адаптивности ($KA= 1,10-1,16$) и генетической гибкости ($Y_{min} + Y_{max}/2=7,6-8,2$ т/га) сортов озимой пшеницы Немчиновская 85, Эритроспермум 2418/10, Эритроспермум 708/12, Синтетик, Ариадна и Везелка с урожайностью 5,15 т/га – 5,45 т/га указывали на их высокую реакцию противостоять действию факторов среды. Сорт Эритроспермум 708/12 с средней 4-х летней урожайностью 5,38 т/га, улучшенными показателями качества зерна (содержание белка – 15,5%, сырой клейковины – 28,1%) целесообразно возделывать в условиях юго востока Орловской области.

Литература

1. Небытов В.Г., Коломейченко В.В., Мазалов В.И. Высокопродуктивные сорта и удобрения как основа устойчивого роста производства зерна озимой пшеницы в условиях Орловской области. // Вестник аграрной науки. – 2019. – №1 (76). – С. 9-11.
2. Резвякова С.В., Титов В.Н., Данилов С.Ю., Конеева О.А., Зайцев В.А. Урожайность и качество зерна новых сортов озимой пшеницы в условиях Орловской области. // Аграрная наука. – 2023. – №2. – С. 76-81. DOI: 10.32634/0869-8155-2023-367-2-76-81
3. Хмелева Е.В., Кандроков Р.Х., Березина Н.А., Королев Д.Н., Сидоренко В.С. Технологический потенциал новых сортов пшеницы Орловской селекции. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2023. – № 4 (48). – С. 110-122. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-4-
4. Сухоруков А.Ф., Сухоруков А.А., Бугакова Н.Э. Адаптивный потенциал сортов пшеницы мягкой озимой по качеству зерна в Среднем Поволжье. // Зерновое хозяйство России. – 2021. – № 6. – С. 62-66. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-78-6-62-66.

5. Левакова О.В. Результаты изучения адаптивно-экологических показателей новых сортов и перспективных линий озимой мягкой пшеницы в условиях Рязанской области. // *Зерновое хозяйство России*. - 2019. - № 2. - С. 13-16. DOI 10.31367/2079-8725-2019-62-2-13-1
6. Дорохов Б.А., Браилова И.С., Беляева Е.П. Особенности формирования урожая и качества зерна озимой пшеницы в Центральном Черноземье. // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. – 2022. – № 3. – С. 24-34. DOI: 10.26898/0370-8799-2022-3-3. EDN JHNUYW.
7. Некрасов Е.И., Марченко Д.М., Иванисов М.М. Экологическая пластичность сортов озимой мягкой пшеницы. // *Зерновое хозяйство России*. – 2022. – № 2. – С. 54-58. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-80-2-54-58.
8. Мадякин Е.В., Горянин О.И. Адаптивность сортов озимой мягкой пшеницы в Поволжье. // *Аграрный научный журнал*. – 2022. – № 8. – С. 16-19. DOI: 10.28983/asj. y2022i8pp16-19.
9. Бирюков К.Н., Грабовец А.И., Фоменко М.А., Бирюкова О.В., Ляшков И.В. Адаптивный потенциал сортов озимой пшеницы в контрастных условиях минерального питания на Среднем Дону. // *Зерновое хозяйство России*. – 2023. – № 2. – С. 72-78. DOI: 10.31367/2079-8725-2023-85-2-72-78.
10. Галушко Н.А., Соколенко Н.И., Батагова Е.А. Адаптивные особенности новых сортов мягкой озимой пшеницы селекции ФГБНУ Северо - Кавказский ФНАЦ. // *Земледелие*. – 2023. – № 6. – С. 41-44. DOI: 10.24412/0044-3913-2023-6-41-44.
11. Сандухадзе Б.И., Мамедов Р.З., Крахмалёва М.С., Бугрова В.В., Соболев С.В., Сандухадзе Э.К., Молодовский Я.С., Савинов Е.В. Урожайность и показатели адаптивности новых сортов озимой мягкой пшеницы в условиях Нечерноземья. // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2025. – № 2(54). – С. 19-124. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-2-119-124.

References

1. Nebytov V. G., Kolomeichenko V. V., Mazalov V. I. High-yielding varieties and fertilizers as the basis for sustainable growth of winter wheat grain production in the Orel region. *Vestnik agrarnoi nauki*. 2019, no. 1 (76), pp. 9-11.
2. Rezvyakova S. V., Titov V. N., Danilov S. Yu., Koneeva O. A., Zaitsev V. A. Yield and grain quality of new winter wheat varieties in the Orel region. *Agrarnaya nauka*, 2023, no. 2, pp.76-81. DOI:10.32634/0869-8155-2023-367-2-76-81
3. Khmeleva E. V., Kandrov R. Kh., Berezina N. A., Korolev D. N., Sidorenko V. S. Technological potential of new wheat varieties bred in Orel. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2023, no. 4, pp. 110-122. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-4-
4. Sukhorukov A. F., Sukhorukov A. A., Bugakova N. E. Adaptive potential of soft winter wheat varieties for grain quality in the Middle Volga region. *Zernovoe khozyaistvo Rossii*, 2021, no. 6, pp. 62-66. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-78-6-62-66.
5. Levakova O. V. Results of the study of adaptive and ecological indicators of new varieties and promising lines of winter soft wheat in the Ryazan region. *Zernovoe khozyaistvo Rossii*. 2019, no. 2, pp. 13-16. DOI 10.31367/2079-8725-2019-62-2-13-1
6. Dorokhov B. A., Brailova I. S., Belyaeva E. P. Features of yield formation and grain quality of winter wheat in the Central Black Earth Region. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki*. 2022, no. 3, pp. 24-34. DOI: 10.26898/0370-8799-2022-3-3. EDN JHNUYW.
7. Nekrasov E. I., Marchenko D. M., Ivanisov M. M. Ecological plasticity of winter soft wheat varieties. *Zernovoe khozyaistvo Rossii*. 2022, no. 2, pp. 54-58. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-80-2-54-58.
8. Madyakin E. V., Goryanin O. I. Adaptability of winter soft wheat varieties in the Volga region. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal*, 2022, no. 8, pp. 16-19. DOI:10.28983/asj. y2022i8pp16-19.
9. Biryukov K. N., Grabovets A. I., Fomenko M. A., Biryukova O. V., Lyashkov I. V. Adaptive potential of winter wheat varieties under contrasting conditions of mineral nutrition in the Middle Don. *Zernovoe khozyaistvo Rossii*, 2023, no. 2, pp. 72-78. DOI: 10.31367/2079-8725-2023-85-2-72-78.
10. Galushko N. A., Sokolenko N. I., Batagova E. A. Adaptive features of new varieties of soft winter wheat bred by the North Caucasus Federal Scientific Center. *Zemledelie*, 2023, no. 6, pp.41-44. DOI: 10.24412/0044-3913-2023-6-41-44.
11. Sandukhadze B. I., Mamedov R. Z., Krakhmaleva M. S., Bugrova V. V., Sobolev S. V., Sandukhadze E. K., Molodovskii Ya. S., Savinov E. V. Productivity and adaptability indicators of new varieties of winter soft wheat in the conditions of the Non-Black Earth Region. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2025, no. 2, pp.19-124. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-2-119-124.

ПЕРВИЧНОЕ СЕМЕНОВОДСТВО ЗЕРНОВЫХ, ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР В ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

З.Р. ЦУКАНОВА, кандидат сельскохозяйственных наук,
ORCID ID: 0009-0000-3654-4948, E-mail: ztsukanova@list.ru

А.Н. ГУСЕВА, старший научный сотрудник, ORCID ID: 0009-0002-8711-8118,
E-mail: gusevazbk@mail.ru

Е.В. ЛАТЫНЦЕВА, научный сотрудник, ORCID ID: 0009-0009-5760-8264

А.К. АСАДБЕКОВ, научный сотрудник, E-mail: ahmadasadbekov@mail.ru

ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

Аннотация. В статье представлены данные по объёму выполненных работ в питомниках испытания потомств 1 и 2 года и производству чистосортного материала в 2021-2025 годах сортов селекции ФГБНУ ФНЦ ЗБК, включенных в Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию. Описаны условия, методы и приемы, необходимые для производства высококачественных семян, пространственная изоляция, видовые и сортовые прополки, правила уборки и хранения, сортовой и семенной контроль (апробация посевов, выдача «Акта апробации», «Протокола испытания семян», «Сертификата соответствия»). Описаны основные этапы и звенья системы семеноводства, включая роль научно-исследовательских учреждений, специализированных хозяйств.

Ключевые слова: первичное семеноводство, семена, сорт, сортосмена.

Для цитирования: Цуканова З.Р., Гусева А.Н., Латынцева Е.В., Асадбеков А.К. Первичное семеноводство зерновых, зернобобовых и крупяных культур в ФНЦ зернобобовых и крупяных культур *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2026. № 2 (58): 100-105. DOI: 10.24412/2309-348X-2026-2-100-105

PRIMARY SEED PRODUCTION OF CEREALS, LEGUMES AND GROAT CROPS IN THE FSC OF LEGUMES AND GROAT CROPS

Z.R. Tsukanova, A.N. Guseva, E.V. Latyntseva, A.K. Asadbekov

FSBSI FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS

Abstract. *The article presents data on the volume of work performed in nurseries for testing 1- and 2-year-old progeny and the production of purebred material in 2021-2025, varieties of FSC of Legumes and Groat Crops breeding included in the State Register of Varieties and Hybrids of Agricultural Plants Approved for Use. The conditions, methods and techniques necessary for the production of high-quality seeds, spatial isolation, species and varietal weeding, harvesting and storage rules, varietal and seed control (crop testing, issuance of the “Approval Certificate”, “Seed Testing Protocol”, “Certificate of Conformity”) are described. The main stages and links of the seed production system are described, including the role of research institutions and specialized farms.*

Keywords: primary seed production, seeds, variety, variety change.

Российская Федерация обладает значительным потенциалом для производства сортовых семян и гибридов сельскохозяйственных растений. По данным Минсельхоза, в 2025 году доля семян отечественной селекции в АПК РФ составила 69,3% (в 2022 году –

Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» № 2 (58) 2026 г. 60,3%). В соответствии с Доктриной продовольственной безопасности, к 2030 году доля семян отечественной селекции в АПК РФ должна достичь 75% [1].

Российские специалисты в области селекции и генетики разрабатывают теоретические основы, которые служат фундаментом для выведения новых сортов и гибридов растений. Эти растения обладают улучшенными характеристиками, такими как повышенная устойчивость, высокая урожайность и высокое качество продукции. Параллельно ведется разработка научно обоснованных, инновационных подходов к ведению семеноводства. Усилиями ученых и представителей государственных структур была сформирована нормативно-правовая база, способствующая развитию селекции и семеноводства в стране.

Качество семенного материала выступает как ключевой и неотъемлемый фактор, определяющий потенциал урожайности. Для полного раскрытия генетических возможностей современных интенсивных сортов сельскохозяйственных культур необходимо применение семян высшей категории, поскольку именно они несут в себе биологические и хозяйственно значимые характеристики растений, способствуя увеличению урожая на 15-20% по сравнению с семенами неизвестного происхождения [2].

Эффективность селекционной работы зависит от хорошо построенного комплекса мероприятий семеноводческого процесса. Семеноводство – отрасль сельскохозяйственного производства, решение её задач состоит в размножении семян районированных и перспективных сортов и гибридов в количествах, необходимых для производства, при сохранении или даже улучшении их высоких посевных, сортовых качеств и урожайных свойств.

Система семеноводства включает в себя группу взаимосвязанных производственных единиц, обеспечивающих потребности сельскохозяйственных предприятий в сортовых семенах. Она состоит из следующих звеньев:

– **научно-исследовательские учреждения – авторы** новых сортов обеспечивают исходным семенным материалом опытно-производственные подразделения научно-исследовательских учреждений, а также другие хозяйствующие субъекты, находящиеся в зоне районирования сорта;

– **специализированные семеноводческие хозяйства** размножают семена элиты или первой репродукции, обеспечивая посевным материалом несколько закрепленных за ним хозяйств и создают ресурсы семян.

Производственные посеы проводятся в семеноводческих бригадах и отделениях хозяйства в размерах, обеспечивающих собственные потребности.

Элитные семена представляют собой потомство отобранных самых продуктивных и типичных растений сорта. Высеяв семена элиты, получают первую репродукцию, высеяв семена первой репродукции, получают вторую, и т.д. (Методические указания по производству семян элиты зерновых, зернобобовых и крупяных культур, 1990).

На современном этапе одной из наиболее важных проблем сельского хозяйства остается увеличение производства зерна. Для выполнения этой задачи необходимо проведение ускоренной сортосмены – замены на производственных площадях одного районированного сорта другим (с более ценными хозяйственными признаками). В производстве допускаются к возделыванию только те сорта сельскохозяйственных культур, которые внесены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию.

За период 2024-2026 год в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию внесено 12 сортов селекции ФГБНУ ФНЦ ЗБК: просо посевное Памяти Котляра (2024), пшеница мягкая озимая Зуша, (2026), ячмень яровой Стрелецкий голозерный (2025), чечевица Жемчужина (2026), горох Столетник (2024), Изумрудный 22 (2026), бобы кормовые Надежные (2025), соя Орлея (2024), Оникс 57 (2026), Слава (2026), гречиха Даная (2024), Миг (2026) [3].

Вторым важным условием в получении высококачественных семян является своевременное проведение сортообновления – замена сортовых семян в хозяйствах семенами тех же сортов, но высших репродукций (оригинальные, элитные). При размножении семян в

течение ряда лет их сортовые и посевные качества ухудшаются в результате биологического переопыления или механического засорения, накопления болезней, передаваемых через семена. Снижаются и урожайные свойства в результате выращивания на низком агрофоне [4]. Поэтому утрата семенами полезных свойств и признаков вызывает необходимость периодического сортообновления (по зерновым и зернобобовым культурам обычно семена обновляют раз в 3 – 4 года, по просу – раз в 2 года).

Любая организация системы семеноводства должна обеспечить: ускоренное размножение и внедрение новых перспективных сортов в производство; своевременное проведение сортообновления; выращивание семян с высокими посевными качествами и урожайными свойствами [5].

Для производства высококачественных семян каждому семеноводческому предприятию рекомендуется иметь:

- 1) лабораторию контроля за качеством семян;
- 2) постоянный состав рабочих во главе с квалифицированным агрономом-семеноводом;
- 3) комплексный пункт по обработке семян с рядом независимых линий;
- 4) систему сельскохозяйственных машин и орудий, обеспечивающих механизацию всех операций по производству семян: посев, уход за посевами, уборку, транспортировку, внесение достаточного количества удобрений и пестицидов;
- 5) механизированные семенохранилища, асфальтированные площадки, крытые токи, набор машин для первичной обработки, сортировки семян, сушилки, машины для затаривания семян, взвешивания и складирования, обеззараживания семян.

Выполнению каждой работы должен предшествовать специальный инструктаж. Незначительные нарушения правил в семеноводстве могут привести к безвозвратному ухудшению семян. Особое внимание необходимо уделять: – агротехнике семеноводческих посевов.

Под сортовой агротехникой понимается комплекс специальных мероприятий, обеспечивающий получение высоких урожаев семян с хорошими посевными качествами и урожайными свойствами.

Уровень урожайности зависит от предшественника, качества основной и предпосевной обработок почвы, срока посева и нормы высева семян, ухода за посевами, сроков уборки; сортовыми качествами семенного материала, определяющие сортовую чистоту (у самоопылителей) и типичность (у перекрестноопылителей), степень засорения трудноотделимыми культурами и сорными растениями, карантинными объектами и степень зараженности рядом болезней, передаваемых с семенами.

Различают следующие виды засорения: *биологическое* – в результате переопыления разных сортов, видов и *механическое* – когда в семена или посев попадают семена или растения других сортов или культур. Механическое засорение может происходить на разных этапах выращивания семян. Источником засорения могут быть временные дороги, плохо перепревший навоз, сеялки, плохо очищенные при переходе от посева одной культуры (сорта) к посеву другой культуры (сорта), различный инвентарь, тара. Принято различать *видовое засорение*, когда посев засоряется другими видами растений, и *сортовое*, при котором происходит засорение другими сортами и разновидностями того же вида. Для семеноводства более опасно сортовое засорение, так как труднее распознать примесь и избавиться от нее. Мероприятия по борьбе с сортовым засорением можно условно разделить на две группы: профилактические, т. е. предупреждающие засорение, и прямые меры борьбы с засорением; пространственной изоляции, относящейся к предупредительным мерам и предотвращающая засорение сортовых посевов. Для самоопылителей ограничиваются полосой в несколько метров, чтобы избежать механического засорения посевов.

Для решения вопроса получения качественных семян необходимо проводить видовые и сортовые прополки – в период вегетации растений часто являются единственной эффективной мерой повышения сортовой чистоты. Прополки проводят в фазу, когда в массе основной культуры или сорта хорошо различимы примеси. Сортовые прополки зерновых лучше проводить дважды: первую – после колошения или выметывания, когда хорошо

различимы остистые и безостые растения, вторую – в начале восковой спелости зерна, когда хорошо видны различия в окраске колоса, метелки и по другим признакам. У зернобобовых культур сортовые прополки проводят дважды: в фазу цветения и при созревании бобов. У зернобобовых отличительными признаками сортовой и видовой примеси являются наличие антоциана на стебле и листьях, форма, размер, поверхность, окраска листовой пластинки, цветков, семян, размер и опушенность бобов [6].

Очень часто засорение происходит во время уборки. Края посева перед уборкой нужно обкосить. Комбайны очистить от остатков зерна другой культуры. Каждую машину семян, направленную на ток или склад, следует сопровождать накладной с указанием номера поля, культуры, сорта, репродукции.

На токах нельзя размещать рядом разные сорта и трудноотделимые культуры. Перед складированием семян хранилища хорошо очищают и дезинфицируют. Рядом можно хранить только легкоотделимые культуры. При хранении в мешках между штабелями оставляют некоторое пространство. Каждый мешок должен иметь внутреннюю и наружную этикетки.

Важным условием получения высококачественных сортовых семян является своевременный сортовой и семенной контроль, т.е. проведение апробации всех его посевов при размножении [7].

Цель сортового семеноводства заключается в разработке основ первичного семеноводства для экономически значимых культур и сортов нового поколения, а также конкретных методических приемов, позволяющих сохранять сортовую чистоту и обеспечивать стабильное производство оригинальных и элитных семян. Семена, предназначенные для посева, должны иметь документы, подтверждающие их сортовые и семенные качества. Такими документами являются: «Акт апробации», «Протокол испытания семян», выданные аккредитованной семенной лабораторией. Оригинальные и элитные семена должны иметь «Сертификат соответствия».

Создание сортов нового поколения, как правило базировалось на изменении морфобиологической структуры растений и насыщении генотипов рецессивными генами, что требует пересмотра и усовершенствования методических вопросов их семеноводства, которое самым тесным образом связано с проблемой сортосмены – эффективным направлением инновационного процесса и фактором интенсификации производства семян.

Поиск наиболее рациональной организации семеноводства должен проходить одновременно с увеличением устойчивого производства оригинальных, элитных и репродукционных семян при сохранении генетической чистоты селекционных сортов и в осуществлении системных исследований по совершенствованию методических аспектов их первичного семеноводства. Высококачественные семена являются залогом получения высокого урожая, поэтому получение таких семян в необходимом для производства количестве является важной задачей, которая решается специальной отраслью сельскохозяйственного производства – семеноводством.

Основным методом первичного семеноводства в ФНЦ ЗБК является метод индивидуально – семейного отбора, который позволяет получить чистосортные, высокоурожайные семена с дальнейшим размножением элитных семян в хозяйствах. Главное достоинство этого метода – наличие 2-х годичной проверки элитных растений по потомству в питомниках испытания потомств 1 и 2 года (ПИП-1, ПИП-2), что позволяет получать максимальный выход семян с высокими показателями сортовых, посевных качеств и урожайных свойств.

Разработанная нами схема первичного семеноводства, поддерживающая селекцию, включает производство оригинальных семян длительностью 5 лет, начиная с отбора типичных сортовых растений до выращивания оригинальных семян (ПИП-1, 2, ПР-1- 3 г.). Элитные семена производятся на шестой год.

Оригинальные семена получают с использованием ряда приемов:
– индивидуальный отбор лучших растений;

- оценка их по морфологическим, хозяйственно ценным признакам, свойствам и продуктивности;
- выращивание в условиях минерального питания и применения биологически активных препаратов;
- борьба с сорняками, болезнями и вредителями.

За период работы в 2021-2025 году было отобрано 36664 элитных растения по 9 культурам 20 сортов (табл. 1).

Таблица 1

Объем выполненных работ в питомниках испытания потомств (2021-2025 гг.)

Культура	Отобрано элитных растений, (шт.)	Питомник испытания потомств 1 года, семей	Питомник испытания потомств 2 года, семей
Озимая пшеница	5155	1280	945
Яровая пшеница	5000	1600	682
Ячмень	4000	1280	520
Горох	11635	6080	1480
Гречиха	2000	96	675
Соя	3334	576	1188
Яровая вика	1400	960	180
Люпин узколистный	1640	2560	360
Кормовые бобы	2500	1600	410
Итого	36664	16032	6440

В питомниках испытания потомств 1 года в 2021-2025 годах была проведена оценка 16032 семей 9 культур 16 сортов. Семена с каждого элитного растения высеваются отдельно на однорядковой делянке длиной 1-погонный метра у гороха, яровой пшеницы, ячменя, люпина, кормовых бобов с помощью кассетного аппарата сеялки – СКС – 6-10 и четырех рядковые, длина делянки два метра у гречихи и сои. Расстояние между рядками 45 см. Через каждые 20 потомств размещается стандарт – оригинальные семена. Норма высева на один погонный метр семян: озимой, яровой пшеницы – 45-50, гречихи – 35, ячменя – 21-23, гороха, кормовых бобов, люпина, сои – 20 семян на один погонный метр.

Питомник испытания потомств второго года (ПИП-2) предназначен для дальнейшего отбора лучших потомств и выбраковке худших. В питомниках испытания потомств 2 года в 2021-2025 году было высеяно 6440 семей 9 культур 20 сортов. За пятилетний период в питомниках испытания потомств 2 года было получено 20,983 тонн генетически однородного чистосортного материала.

Поэтапная схема организации семеноводческой деятельности ФГБНУ ФНЦ ЗБК, включающая применение специализированных подходов и техники, обеспечивает получение семян, полностью соответствующих требованиям Национального стандарта ГОСТ 52325-2005 по сортовым и посевным характеристикам.

Заключение

Развитие семеноводства в РФ – это комплексный процесс, объединяющий научные исследования, государственную поддержку и практическую реализацию. Достигнутые результаты подтверждают потенциал России как перспективного производителя сортовых семян и гибридов для внутреннего и внешнего рынков. Дальнейшее совершенствование системы семеноводства, внедрение инновационных методов и соблюдение строгих стандартов качества позволят не только выполнить целевые показатели Доктрины продовольственной безопасности, но и укрепить позиции страны на мировом аграрном рынке.

Увеличение производства семян и повышение их качества являются ключевыми задачами в развитии семеноводства. Для повышения эффективности семеноводства требуются меры по ускоренному внедрению в производство новых сортов, способных при низких агрофонах давать устойчивые урожаи семян. Одним из важнейших условий повышения экономического уровня производства семян и роста объемов их реализации является урожайность, зависящая от комплекса мероприятий: качества семян, уровня применения удобрений, средств защиты растений, материально-технической оснащенности, уровня агротехники возделывания.

Литература

1. Доля отечественных семян в АПК России в 2025 году достигла 69,3: <https://svoefermerstvo.ru/svoemedia/news/dolja-otechestvennyh-semjan-v-apk-dostigla-pochti-70-po-itogam-2025-goda> (дата обращения 10.04.2026)
2. Яковлева Л.В. Роль сорта и высококачественных семян в разработке интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур. // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2013. – № 84. – С. 180-192. – EDN TCGIDV
3. Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию: <https://gossortrf.ru/> (дата обращения 10.04.2026)
4. Цуканова З.Р., Гусева А.Н., Латынцева Е.В. Влияние норм высева на урожайность нового сорта озимой пшеницы Скипетр 2. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2024. – №3 (51). – С. 94-99, DOI: 10.24412/2309-348X-2024-3-94-99
5. Каргин Ю.И., Захаркина Р.А., Ерофеев А.А. Сортосмена и сортообновление – основа инновационных преобразований зернового хозяйства. // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2012. – № 1-1. – С. 70-76. – EDN PEJJYD.
6. Ефремова В.В., Самелик Е.Г. Задачи и современное состояние семеноводства полевых культур // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 106. – С. 1040-1061. – EDN TKLWRP.
7. Лукина Е.А., Федотов В.А., Крицкий А.Н., Кадыров С.В. Семеноведение и семенной контроль: Учебное пособие под редакцией В. А. Федотова. Изд. Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ. – 2013. – 306 с.

References

1. The share of domestic seeds in the Russian agro-industrial complex in 2025 reached 69.3: <https://svoefermerstvo.ru/svoemedia/news/dolja-otechestvennyh-semjan-v-apk-dostigla-pochti-70-po-itogam-2025-goda> (accessed 10.04.2026) (In Russian)
2. Yakovleva L. V. The role of variety and high-quality seeds in the development of intensive crop cultivation technologies. *Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produktsii rastenievodstva i zhivotnovodstva*. 2013, no. 84, pp. 180-192, EDN TCGIDV (In Russian)
3. State Register of Varieties and Hybrids of Agricultural Plants Approved for Use: <https://gossortrf.ru/> (accessed 10.04.2026)
4. Tsukanova Z.R., Guseva A.N., Latyntseva E.V. The influence of seeding rates on the yield of the new winter wheat variety Skipetr 2. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2024, no.3 (51), pp. 94-99 (In Russian), DOI: 10.24412/2309-348X-2024-3-94-99
5. Kargin Yu. I., Zakharkina R. A., Erofeev A. A. Variety change and renewal are the basis for innovative transformations in grain farming. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2012, no. 1-1, pp. 70-76, EDN PEJJYD. (In Russian)
6. Efremova V. V., Samelik E. G Tasks and current state of seed production of field crops. *Politematicheskii setevoi elektronnyi nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2015, no. 106, pp. 1040-1061, EDN TKLWRP. (In Russian)
7. Lukina E.A., Fedotov V.A. ed., Kritskii A.N., Kadyrov S.V. Seed Science and Seed Control: A Textbook, Voronezh: FGBOU VPO Voronezhskii GAU Publ., 2013, 306 p. (In Russian)

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТБОРОВ НА КАЧЕСТВО В СЕЛЕКЦИИ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

Т.Г. ГОЛОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID 0000-0003-5844-4614

И.Н. ЧВИЛЕВА, младший научный сотрудник, ORCID ID: 0009-0006-8034-0970

Е.П. БЕЛЯЕВА, младший научный сотрудник, ORCID ID 0000-0002-9097-2617

ФГБНУ ВОРОНЕЖСКИЙ ФАНЦ ИМЕНИ В.В. ДОКУЧАЕВА

***Аннотация.** Проведено изучение селекционных линий яровой мягкой пшеницы в центральной части Воронежской области в 2021-2024 годах. В результате исследований определены структурные элементы стебля и колоса, качественные показатели зерна и муки, которые необходимо учитывать для повышения эффективности отборов в селекции яровой мягкой пшеницы. Путем расчетов вкладов признаков в общую изменчивость выявлено, что для засушливых условий Воронежской области наиболее важным хозяйственным признаком при отборах на качество зерна и муки является количество зерен в колосе, учитывая его высокую стабильность по годам. Хорошими вспомогательными признаками для отборов из структурных элементов могут служить: длина второго снизу междоузлия и масса зерна в колосе, которые также положительно взаимосвязаны с урожайностью ($r = 0,31-0,83$). Следует учитывать, что эти признаки имеют более низкую стабильность по годам, что указывает на зависимость их от погодных условий. Определено, что из показателей качества зерна наибольшее внимание следует уделять значениям содержания белка в зерне и седиментации, так как они показали максимум положительных вкладов в общую изменчивость в сочетании со стабильностью по годам. У показателей стекловидности зерна и содержания клейковины отмечена более низкая стабильность, что говорит о сильном влиянии на их формирование погодных условий. Следует обратить внимание на показатели качества муки с повышенным коэффициентом стабильности по годам: степень разжижения теста, показатель валориметра, объем хлеба из 100 г муки. Менее стабильные показатели качества, такие как сила муки и упругость теста необходимо рассматривать в контексте погодных условий вегетации.*

Ключевые слова: яровая пшеница, селекционные линии, структурные признаки, показатели качества, зерно, мука.

Для цитирования: Голова Т.Г., Чвилева И.Н., Беляева Е.П. Повышение эффективности отборов на качество в селекции яровой мягкой пшеницы. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2026. № 2 (58): 106-116. DOI: 10.24412/2309-348X-2026-2-106-116

IMPROVEMENT OF SELECTION EFFICIENCY FOR QUALITY IN BREEDING OF SPRING SOFT WHEAT

T.G. Golova, I.N. Chvileva, E. P. Belyaeva

FSBSI «V.V. DOKUCHAEV VORONEZH FEDERAL AGRARIAN SCIENTIFIC CENTER»

***Abstract.** A study of the breeding lines of spring soft wheat in the central part of the Voronezh region in 2021-2024. As a result of the research, the structural elements of the stem and ear, the qualitative indicators of grain and flour, which must be taken into account to increase the efficiency of selections in the breeding of spring soft wheat, were determined. By calculating the contribution of signs to the overall variability, it was found that for the arid conditions of the Voronezh region, the most important economic sign when selecting for the quality of grain and flour is the number of grains in the ear, given its high stability over the years. Good auxiliary features for sampling from*

structural elements can be: the length of the second internode below and the mass of grain in the ear, which are also positively interrelated with productivity ($r = 0.31-0.83$). It should be borne in mind that these signs have lower stability over the years, which indicates their dependence on weather conditions. It was determined that of the grain quality indicators, the greatest attention should be paid to the values of the protein content in the grain and sedimentation, since they showed the maximum positive contributions to the overall variability in combination with stability over the years. The vitreous properties of grain and gluten content have lower stability, which indicates a strong influence on their formation of weather conditions. You should pay attention to the quality indicators of flour with an increased stability coefficient over the years: the degree of liquefaction of the dough, the indicator of the valorimeter, the volume of bread from 100 g of flour. Less stable quality indicators such as flour strength and dough elasticity need to be considered in the context of growing weather conditions.

Keywords: spring wheat, breeding lines, structural features, quality indicators, grain, flour.

Введение

Основными зонами производства зерна яровой мягкой пшеницы в нашей стране являются юго-восток Европейской части России, среднее и нижнее Поволжье, Урал и Сибирь. Качественное зерно пшеницы является основным компонентом для производства белого пшеничного хлеба. Наибольшее значение в формировании качества зерна имеет температура и влажность в период налива зерна. Повышенный температурный режим и пониженная влажность в это время способствуют образованию в зерне большого количества белка высокого качества [1, 2]. Вызовы, предъявляемые современным потребительским рынком, изменением климата, возрастанием числа эпифитотийных и засушливых лет, диктуют необходимость оптимизации селекции пшеницы по целому комплексу признаков, в первую очередь связанных с повышением урожайности, качества зерна, устойчивости к болезням и засухе [3].

Наиболее сложной и в то же время наиболее важной проблемой селекции является улучшение биологической полноценности зерна, которую необходимо рассматривать в двух аспектах. Во-первых, с точки зрения пищевой ценности, зависящей от содержания и качества белка и других показателей зерновки, во-вторых, как выражение его технологических достоинств: пригодности зерна для производства муки и хлеба. С точки зрения селекционера качество зерна состоит из множества компонентов, наилучшим образом соответствующих генетической основе того сортового материала, с которым ведется селекционная работа. Качественные различия сортов пшеницы обусловлены их генотипом и почвенно-климатическими условиями возделывания [4].

Создание сортов яровой пшеницы с высокой урожайностью, хорошими технологическими свойствами, высоким и стабильным формированием белка по-прежнему является важнейшей проблемой в селекции. Показатели качества зерна должны учитываться при оценке селекционного материала и важно определить их влияние на выход и качество муки и хлеба [3, 5].

Биоклиматический потенциал Воронежской области, расположенной в юго-восточной части Черноземья, способствует получению высококачественного зерна яровой пшеницы. Сдерживающими факторами роста и развития посевов яровой пшеницы являются засушливые условия первой половины вегетации и частое повреждение скрытостебельными вредителями, что приводит к снижению урожайности. Во второй половине вегетации в период роста и формирования зерновки основными лимитирующими факторами могут быть явления запала зерна и повреждения клопом черепашкой, что негативно отражается на качественных показателях. В целях эффективного ведения селекции очень важно выявить из многочисленного ряда качественных показателей наиболее важные в условиях недостаточного увлажнения, которые адекватно отражают потенциальные возможности технологической пригодности сорта.

Материал и методы исследований

Изучение селекционных линий в конкурсном испытании яровой мягкой пшеницы проведено в центральной части Воронежской области (Воронежский ФАНЦ им. В.В. Докучаева) в 2021-2024 годах. Ежегодно изучались 20-25 образцов местной селекции, площадь делянки 10 м² в шестикратной повторности. Статистические данные представлены в среднем по годам, морфотип линий – степной, характерный для местных условий. Изученные показатели представлены тремя хозяйственно-ценными группами: морфолого-хозяйственные структурные элементы стебля и колоса (табл. 1), качество зерна (табл. 2) и качество муки (табл. 3). Почва селекционного севооборота представлена типичным черноземом среднемощным, среднегумусным, предшествующая озимая рожь, минеральные удобрения не использовались. Содержание гумуса 6,4-6,8%, реакция среды нейтральная – рН_{KCl} в пределах 6,5-6,8, гидролитическая кислотность Нг= 1,2-1,5 ммоль экв/100г. Показатели содержания общих форм азота – 0,31%, фосфора – 0,118% и калия – 1,73%.

Метеорологические условия проведения опытов за периоды вегетации 2021-2024 годов были разнообразными, характеризовались засушливыми периодами с аномально высокими температурами в разные фазы вегетации (рис. 1). Условия достаточного увлажнения отмечались в первой половине вегетации 2021 и 2022 годов (ГТК – 1,24 и 1,14), в 2021 г – с явлениями ливневых осадков и последующими ростингибирующими температурами при наливе зерна. Холодные дни майской вегетации в 2022 году, определившие снижение полевой всхожести, а также условия повышенной влажности (ГТК – 1,39) во второй половине вегетации, не способствовали оптимальному развитию растений. Переувлажнение почвы в апреле 2023 года (ГТК – 2,65) негативно отразилось на сроках посева, в последующем периоде высокие температуры и отсутствие осадков не позволили сформироваться хорошему урожаю. Период вегетации 2024 года сложился крайне неблагоприятно: посевы в период кущения повредились морозом (- 6, - 7°C), при низком гидротермическом коэффициенте (0,48). Затем наблюдались засушливые периоды до колошения (ГТК – 0,80) и спелости (ГТК – 0,74), прошедшие дожди не достаточно увлажнили почву для формирования высокой продуктивности. Таким образом, метеоусловия вегетационных периодов пшеницы за 2021-2024 годы объективным образом характеризуют спектр разнообразия погодных условий центральной части Воронежской области.

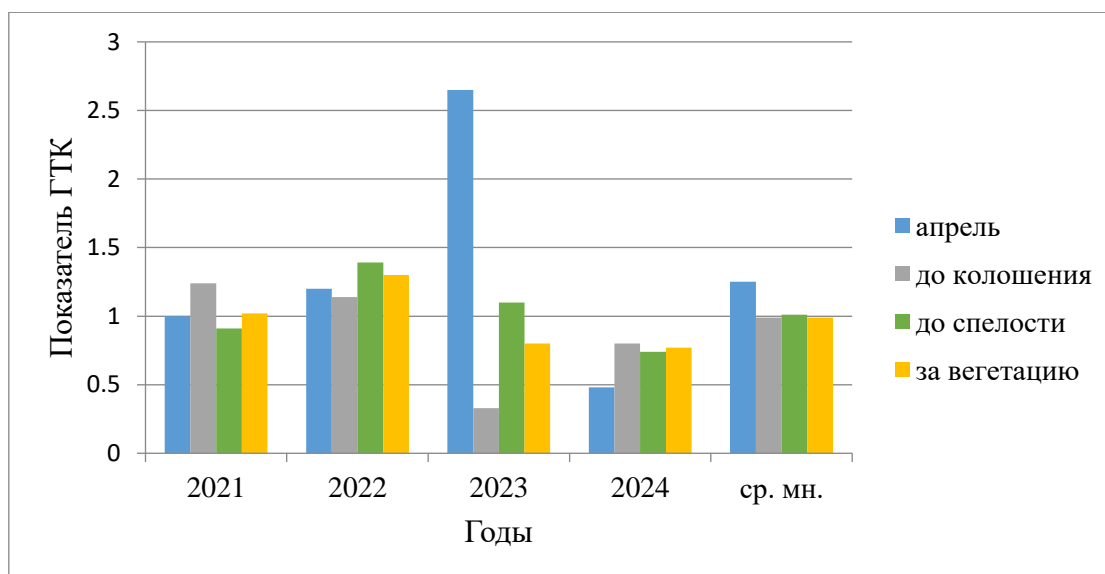


Рис. 1. Гидротермический коэффициент (ГТК) по периодам вегетации (2021-2024 гг.)

Статистическая обработка и корреляционный анализ проводились по методикам Доспехова Б.А. (1985 г). Показатели качества зерна и муки определялись по общепринятым в селекционных исследованиях классическим методикам, в том числе с использованием приборов (пурки, ИДК-1, альвеографа, фаринографа) и микро выпечки хлеба.

По результатам полученных значений за годы исследований был рассчитан коэффициент стабильности каждого признака (Кст.), представляющий собой не меняющуюся по годам статистическую часть по отношению к средней в опыте (%). Условно принята за средний уровень стабильность в 50,0%, выше среднего – 51,0 – 75,0%, высокая – 76,0% и выше.

Результаты и их обсуждение

В результате максимальная урожайность селекционных линий была получена в 2021 году – 30,4 ц/га, наиболее близком по метеорологическим данным за период вегетации к средним многолетним значениям (табл. 1). Благоприятно сказались на развитии растений повышенный гидротермический коэффициент до колошения (1,24) и пониженный в период формирования зерновки (0,91). В последующие годы (2022-2023) урожайность была снижена до 22 ц/га из-за ливневых осадков после колошения в 2022 году и очень засушливых условий до колошения в 2023 году. Минимальная урожайность отмечена в крайне неблагоприятном 2024 году – 11,7 ц/га.

Наиболее развиты в 2021 году в среднем по опыту были морфологические признаки: длина второго нижнего междоузлия (11,1 см) и длина колоса (7,74 см), хозяйственные признаки колоса и зерна достигли среднего уровня (табл. 1). Из показателей качества зерна (табл. 2) повышенные значения отмечены по выходу муки после размола зерна (68,3%). Показатели качества муки (табл.3) в обсуждаемом году были наиболее значительные: сила муки – 262,4 е.а., упругость клейковины на приборе ИДК-1 – 111,8, время разжижения – 7,06 мин., объем хлеба из 100 г муки – 490,0 см³, итоговый балл состояния хлеба – 3,9. Близкие средние значения урожайности были получены в 2022 и 2023 годах. Морфологические особенности у линий в этих условиях состояли в высокорослости (85,8 и 88,8 см), длинных колосоносных междоузлиях (45,6-44,3 см), низкой полевой выживаемости растений (173,2 и 190,4 шт./м²) и пониженном продуктивном стеблестое. Однако хозяйственные показатели, а также качество зерна и муки за эти годы значительно отличались.

Таблица 1

Хозяйственно-морфологическая характеристика селекционных линий мягкой яровой пшеницы в КСИ.

Годы, показатель	Урожайность, ц/га	Длина, см				Кол-во в колосе, шт		Масса, г	
		Растения	2 н. м.узл.	Колос. м.узл.	Коло-са	Колосков	Зерен	Целого колоса	Зерна с колоса
2021	30,4	83,8	11,1	34,5	7,74	12,5	22	0,93	0,76
2022	22,5	85,8	8,7	45,6	7,9	13,0	27,1	1,30	1,05
2023	22,2	88,8	9,3	44,3	6,9	11,2	21,4	1,07	0,86
2024	11,7	69,5	6,8	31,6	7,3	13,0	26,9	1,25	0,91
<i>НСР₀₅</i>	<i>1,08</i>	<i>2,4</i>	<i>0,47</i>	<i>1,7</i>	<i>0,26</i>	<i>0,41</i>	<i>1,4</i>	<i>0,10</i>	<i>0,08</i>
К. ст.,%	13,8	76,5	52,2	64,1	86,6	85,5	79,9	67,5	67,6

Примечание. Здесь и далее: 2 н.м.узл. – длина второго нижнего междоузлия, колос.м.узл. – длина колосоносного междоузлия, К.ст. – коэффициент стабильности.

В 2022 году был сформирован длинный колос (7,9 см) с высокими значениями колосков и зерен в нем (13,0 и 27,1 шт.), массой колоса и зерна (1,30 и 1,05), максимальным содержанием клейковины (32,9%). В 2023 году отмечена наиболее высокая масса 1000 зерен (38,6 г) и высокая натурная масса (812,6 г/л), однако этот факт не соответствовал повышению значений качества зерна и муки, они были сформированы в опыте на наиболее низком уровне. В максимально неблагоприятном 2024 году урожайность и морфологические элементы стебля были сформированы на самом низком уровне. Однако, хозяйственные показатели колоса, стеблестоя и многие показатели качества зерна и муки были максимально высокими (табл. 1, 2, 3).

Таблица 2

Показатели качества зерна у селекционных линий мягкой яровой пшеницы в КСИ

Годы, показатель	Масса 1000 зерен, г	Натура, г/м ³	Стекловидность, %	Выход муки, %	Седиментация, мл	Содержание, %		Упругость клейковины, ИДК
						Белка	Клейковины	
2021	33,1	764,4	55,8	68,3	38,9	13,0	28,4	88,8
2022	33,8	766,6	59,2	65,1	41,5	12,3	32,9	81,9
2023	38,6	812,6	51,9	65,2	36,6	11,4	21,4	75,4
2024	34,5	770,0	88,8	67,1	46,6	13,9	27,7	71,4
<i>НСР₀₅</i>	0,71	6,0	4,8	1,6	3,1	0,3	1,52	3,7
К. ст.,%	84,3	93,8	42,2	95,2	75,5	80,2	58,3	72,1

Из морфолого-хозяйственных показателей (табл. 1) наименее стабильной за годы изучения оказалась урожайность – 13,8%, максимально стабильным был комплекс колоса: длина, количество колосков и зерен в нем (79,9-86,6%). Из группы показателей качества зерна (табл. 2) наиболее высокая стабильность отмечена у массы 1000 зерен и связанных с ней натуры зерна и выхода муки (84,3-95,2%), довольно высока стабильность показателей содержания белка по годам (80,2%) и седиментации (75,5%).

Таблица 3

Показатели качества муки у селекционных линий мягкой яровой пшеницы в КСИ. 2021-2024 гг.

Годы, показатель	Сила муки, е.а.	Упругость теста, мм	ВПС, %	Разжижение теста		Показатель валориметра, е.ф.	Объем хлеба из 100 г, см ³	Итоговая оценка хлеба, балл
				время, мин	степень е.ф.			
2021	262,4	111,8	56,6	7,06	53,7	67,2	490,0	3,90
2022	171,5	78,9	56,5	6,10	68,4	62,6	364,7	3,59
2023	145,4	93,0	57,0	2,37	63,4	53,3	369,2	3,52
2024	187,6	114,3	60,0	6,81	51,2	69,2	456,2	3,68
<i>НСР₀₅</i>	24,7	9,0	0,7	0,66	7,4	2,5	30,2	0,1
К. ст.,%	39,0	64,4	93,9	15,9	70,9	74,8	70,2	89,6

Примечание: ВПС – водопоглотительная способность.

Значительно ниже в целом (табл. 3) оказалась стабильность показателей качества муки, исключение составили значения водопоглотительной способности – 93,9%. Однако на такие показатели как степень разжижения, валориметрическая оценка и объем хлеба, имевшие выше средних значений коэффициент стабильности (70,2-74,8%) также важно обращать внимание.

Результаты корреляционного анализа за каждый год изучения, включившего 32 показателя, выявили неоднозначность значений коэффициентов по величине и направленности. На формирование конечной урожайности зерна в три года из четырех (2022-2024) оказывали существенное влияние структурные показатели растения: высота растений ($r = 0,52^{**} - 0,90^{***}$; здесь и далее *, **, *** - достоверно на 0,5, 0,1 и 0,01 уровне значимости), длина колосоносного междоузлия ($r = 0,27^* - 0,85^{***}$), масса зерна с колоса ($r = 0,31^* - 0,83^{***}$). Показатели продуктивного стеблестоя перед уборкой и стекловидности зерна ежегодно имели взаимосвязь с урожайностью от слабой до средней степени: $r = 0,22^* - 0,58^{**}$ и $r = 0,23^* - 0,53^{**}$, соответственно. Наиболее существенно из показателей качества

зерна и муки положительно взаимосвязаны с урожайностью значения седиментации ($r = 0,32^* - 0,51^{**}$) и времени разжижения теста ($r = 0,28^* - 0,52^{**}$). Исходя из данных корреляционной матрицы, были просуммированы достоверные положительные и отрицательные коэффициенты и получены вклады изученных морфологических и хозяйственных признаков в пулы (сообщества) изменчивости показателей качества зерна и муки (табл. 4, рис. 2). Высокий вклад положительных связей в пул качественных показателей зерна из структурных признаков отмечен у длины колоса, массы колоса и зерна в нем, однако у показателя длины колоса повышено отрицательное влияние (-1,34), что может снизить точность отборов по этому признаку. Предпочтительнее выглядят в данном контексте хозяйственные признаки: масса целого колоса и зерна с колоса – 6,65 и 6,19, учитывая низкие отрицательные эффекты – 0,60 и 0,26. На качественные показатели муки, представленные в таблице 3, из структурных элементов растения максимальное воздействие оказывали признаки: длина второго нижнего междоузлия – 5,77, с отрицательным вкладом (-1,32), масса целого колоса (6,14), с довольно высоким отрицательным вкладом (-1,95), что может снизить эффективность отборов по данным признакам. Признак количество зерен в колосе имел не самый высокий положительный вклад (4,17), однако самый низкий отрицательный (-0,26), что благотворно повлияет на точность отборов.

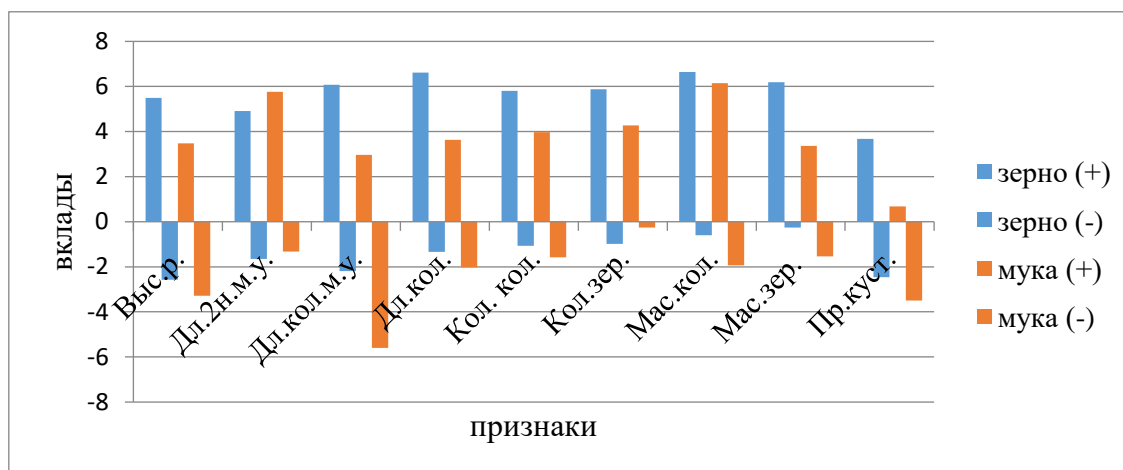


Рис. 2. Вклады (+,-) в формирование пулов качественных показателей зерна и муки

Примечание: Выс.р. – высота растений, Дл.2 н.м.у. – длина второго нижнего междоузлия, Дл.кол.м.у. – длина колосоносного междоузлия, Дл.кол. – длина колоса, Кол. кол. – количество колосков в колосе, Кол. зер. – количество зерен в колосе, Мас. кол. – масса целого колоса, Мас. зер. – масса зерна в колосе, Пр.куст. – продуктивная кустистость.

Таким образом, для засушливых условий Воронежской области наиболее важным хозяйственным признаком при отборах на качество зерна и муки является количество зерен в колосе. Стабильность по годам этого признака довольно высока (79,9%), поэтому возможно рассматривать его величину по абсолютным значениям.

Сумма значимых коэффициентов корреляции (вкладов) в формирование качественных показателей

Годы, знак	Длина, см				Количество в колосе, шт		Масса, г		Продукт. кустистость, шт	Густота стояния, шт/м ²	
	Растения	2 н.м.узл.	Кол.м.узл.	Колоса	Колосков	Зерен	Колоса	Зерна		растений	пр. ст.
	Сумма вкладов морфолого-хозяйственных элементов в пул качественных показателей зерна										
2021 (+)			0,40	1,13	0,81	0,88	0,36		1,69	0,42	1,68
2021 (-)	-1,42	-0,68	-1,28	-0,34	-0,24	-0,24			-0,54		-0,25
2022 (+)	3,19	1,57	2,97	2,43	2,37	1,83	2,49	2,48	0,79	2,28	2,45
2022 (-)									-0,43		
2023 (+)	0,66	1,22		0,49	0,58	1,01	1,24	1,30	0,91	0,32	0,24
2023 (-)	-0,21	-0,64	-0,30	-0,58	-0,60	-0,48	-0,34	-0,26	-0,29	-0,25	-0,25
2024 (+)	1,65	2,12	2,7	2,56	2,04	2,15	2,56	2,41	0,28		0,20
2024 (-)	-0,95	-0,33	-0,61	-0,42	-0,23	-0,26	-0,26		-1,2	-0,20	-1,45
<i>среднее (+)</i>	5,50	4,91	6,07	6,61	5,80	5,87	6,65	6,19	3,67	3,02	4,57
<i>среднее (-)</i>	-2,58	-1,65	-2,19	-1,34	-1,07	-0,98	-0,60	-0,26	-2,46	-0,45	-1,95
	Сумма вкладов морфолого-хозяйственных элементов в пул качественных показателей муки										
2021 (+)	0,80	1,78	0,27	0,40	0,50	0,80	0,29	0,20	0,40	0,79	0,25
2021 (-)	-0,35		-1,52						-0,74	-0,42	
2022 (+)		1,03		0,22	0,45	0,41	0,47	0,35		0,89	0,58
2022 (-)	-1,56		-2,68	-0,99	-0,92		-0,93	-1,01	-1,34	-0,81	-1,21
2023 (+)	1,03	0,84		0,55	0,98	0,91	1,03	0,91		0,52	
2023 (-)	-0,43	-0,99	-0,79	-0,61	-0,43		-0,74	-0,53	-0,22	-0,80	-0,69
2024 (+)	1,65	2,12	2,70	2,56	2,04	2,15	2,56	2,41	0,28		0,20
2024 (-)	-0,95	-0,33	-0,61	-0,42	-0,23	-0,26	-0,26		-0,20	-0,20	-1,45
<i>среднее (+)</i>	3,48	5,77	2,97	3,64	3,97	4,27	6,14	3,37	0,68	2,20	1,03
<i>среднее (-)</i>	-3,29	-1,32	-5,60	-2,02	-1,58	-0,26	-1,93	-1,54	-3,50	-1,24	-3,35
Средние ошибки коэффициентов корреляции (Sr) 0,03 – 0,06											

Хорошими вспомогательными признаками для отборов могут служить: длина второго снизу междоузлия и масса зерна в колосе, к тому же масса зерна в колосе напрямую коррелирует с конечной урожайностью от слабой до сильной степени ($r = 0,31^* - 0,83^{***}$).

Следует учитывать, что эти признаки имеют среднюю стабильность по годам – 52,2 и 67,6%, что указывает на зависимость от погодных условий.

Также были определены вклады показателей качества зерна в общий пул качественных показателей муки. На рисунке 3 видим, что в 2021 и 2022 годах, неблагоприятных для налива зерна, высоки отрицательные вклады признаков: масса 1000 зерен, натурная масса, выход муки и упругость клейковины (группа). Положительные вклады с минимальными отрицательными эффектами по годам вносят признаки: стекловидности зерна (до 2,23), содержания белка (до 2,36) и клейковины (до 2,42). Наибольшее внимание следует уделять показателю содержания белка в зерне, так как он имеет наибольшую стабильность по годам – 80,2%. Показатели стекловидности зерна и содержания клейковины показали ниже среднего и среднюю стабильность – 42,2 и 58,3%, что говорит о значительном влиянии на их формирование погодных условий. Вклады в пул качественных показателей муки значений седиментации по большей части положительные: 1,24-2,79, однако существенны и отрицательные вклады: до -0,85, стабильность этого показателя по годам выше среднего уровня – 75,5, он может служить вспомогательным показателем для отборов образцов с высоким качеством зерна. Показатель упругости клейковины (группа), определяемый на приборе ИДК-1, в корреляционной матрице имел максимальные отрицательные эффекты на качество муки, особенно в неблагоприятном 2024 году (вклад -3,24). В принципе это не противоречит установленному положению, что высокое значение ИДК не соответствует качественной муке, т.к. лучшие его значения находятся в средних пределах: 45-75.

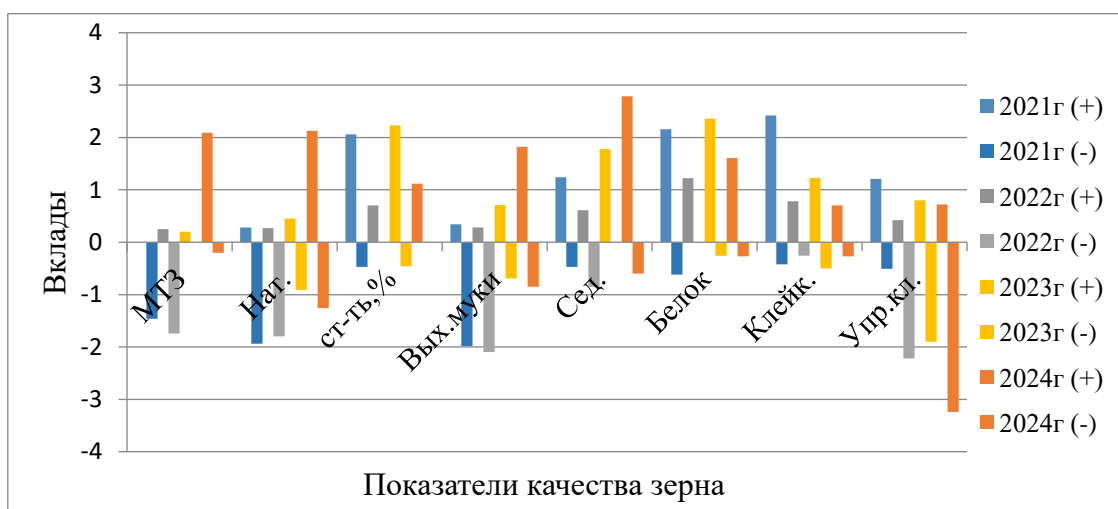


Рис. 3. Вклады (+,-) в формирование пула качественных показателей муки

Примечание: Здесь и далее: MTZ – масса 1000 зерен, Натура - натурная масса зерна, ст-ть, % – стекловидность, Вых. муки – выход муки, Сед. – показатель седиментации, Белок – содержание белка в зерне, Клейк. – содержание клейковины, Упр.кл. – упругость клейковины (ИДК).

В связи с проведенным корреляционным анализом и рассчитанными величинами вкладов интересно оценить согласованность в изменчивости элементов внутри каждого пула: качественных показателей зерна (рис. 4) и муки (рис. 5). В целом согласованные вклады в пул качественных показателей зерна на рисунке 4 имели сопряженные между собой признаки стекловидности зерна, содержания в нем белка и клейковины. Высокие отрицательные вклады внесли признаки массы 1000 зерен и натурной массы в условиях полегания в 2021 году. В более благоприятных по увлажненности 2021 и 2022 годах средние по годам значения показателя упругости клейковины (группа) были более высокими,

относились в основном ко второй и третьей группе и положительно коррелировали с показателями содержания белка и клейковины. В засушливых условиях вегетаций 2023 и 2024 годов вклады этого показателя в общую изменчивость были в основном отрицательными и большая часть образцов входила в наиболее предпочтительную первую группу (45-75).

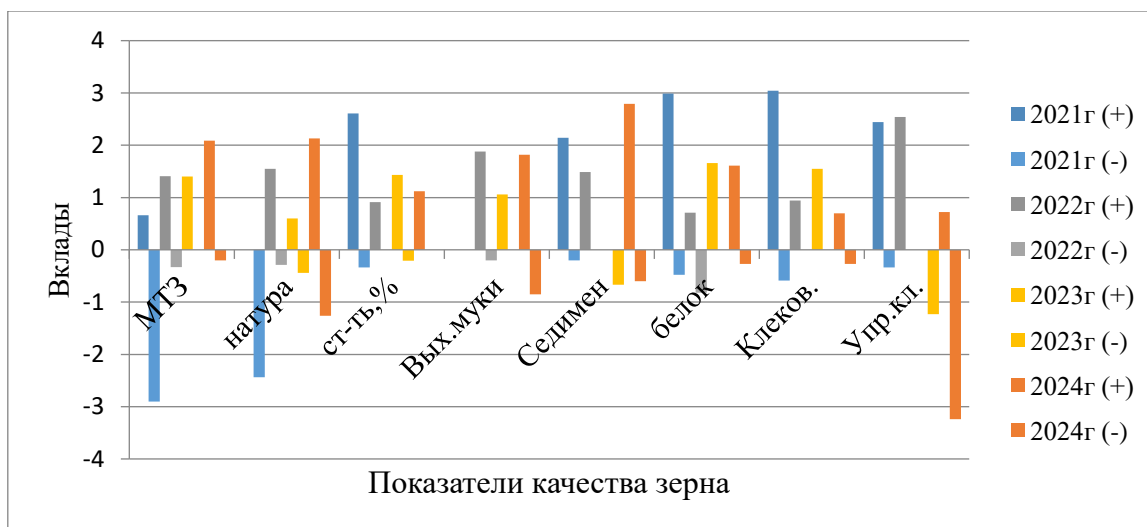


Рис. 4. Вклады (+,-) в изменчивость пула качественных показателей зерна

Согласованность оценок качества муки (рис. 5) в основном высокая, положительные вклады отмечены у всех показателей с не большими отрицательными вкладами (0,55-1,47). Показатель степени разжижения теста имеет обратную взаимосвязь с остальными, т.к. у образцов с хорошими оценками степень разжижения должна быть ниже (0-50). Таким образом, продемонстрирована обратная взаимосвязь этого показателя с другими, что также отразилось на наличии отрицательных вкладов у них. Следует обратить внимание на показатели качества муки с повышенным коэффициентом стабильности по годам (табл. 3): степень разжижения теста, показатель валориметра, объем хлеба из 100 г муки (70,2-74,8%). При оценке образцов необходимо опираться в первую очередь на эти показатели. Менее стабильные показатели качества, такие как сила муки и упругость теста необходимо рассматривать в контексте погодных условий вегетации.

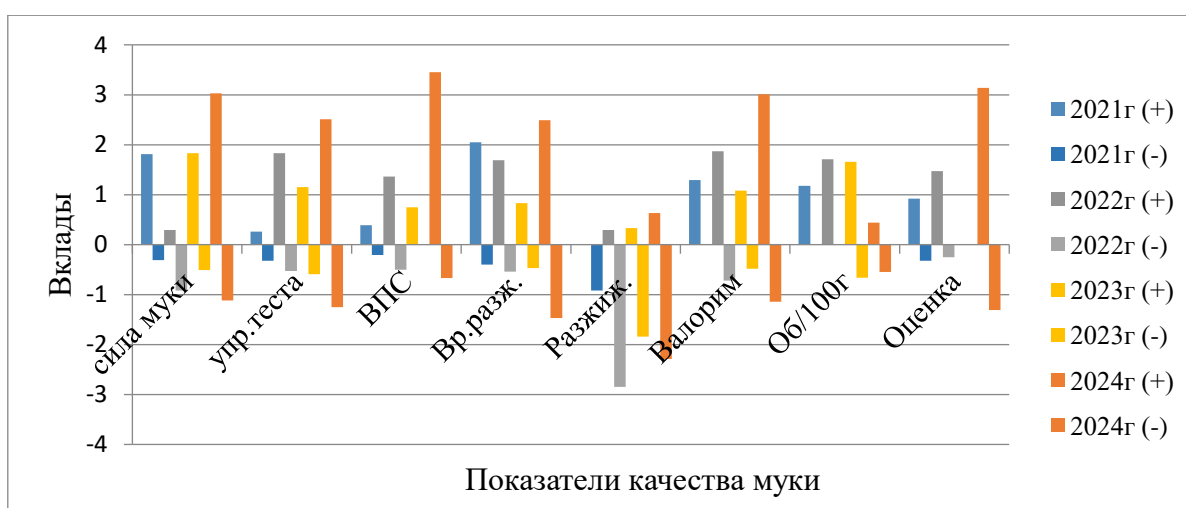


Рис. 5. Вклады (+,-) в изменчивость пула качественных показателей муки

Примечание: Упр.теста – упругость теста, ВПС – водопоглотительная способность, Вр.разж. – время разжижения теста, Разжиж. – разжижение теста, Валорим. – показатель валориметра, Об/100г – объемный выход хлеба из 100 г муки, Оценка – итоговая оценка хлеба.

Заключение

Таким образом, в результате проведенных исследований у показателя урожайности отмечен наиболее низкий коэффициент стабильности за годы изучения 13,8%, максимальную стабильность из структурных элементов растения проявили: длина колоса, количество колосков и зерен в нем (79,9-86,6%). Из группы показателей качества зерна наиболее высокая стабильность отмечена у массы 1000 зерен и связанных с ней натурной массы и выхода муки (84,3-95,2%), выше средних значений получена стабильность содержания белка по годам (80,2%) и показателя седиментации (75,5%). Показатели качества муки: степень разжижения, валориметрическая оценка и объем хлеба, имевшие выше средних значений коэффициент стабильности (70,2-74,8%), важно учитывать в селекционном процессе.

Результаты корреляционного анализа позволили выяснить, что на формирование урожайности существенное влияние оказывали структурные показатели растения: высота растений, длина колосоносного междоузлия и масса зерна с колоса. Наиболее достоверно положительно до средней степени взаимосвязаны с урожайностью из показателей качества зерна и муки значения седиментации ($r = 0,32^* - 0,51^{**}$) и время разжижения теста ($r = 0,28^* - 0,52^{**}$).

Путем расчетов вкладов признаков в общую изменчивость выявлено, что для засушливых условий Воронежской области наиболее важным хозяйственным признаком при отборах на качество зерна и муки является количество зерен в колосе, учитывая его высокую стабильность по годам. Хорошими вспомогательными признаками для отборов из структурных элементов могут служить: длина второго снизу междоузлия и масса зерна в колосе. Следует учитывать, что эти признаки имеют более низкую стабильность по годам, что указывает на зависимость их от погодных условий.

Из показателей качества наибольшее внимание следует уделять значениям содержания белка в зерне и седиментации, так как они показали максимум положительных вкладов в общую изменчивость в сочетании со стабильностью по годам. У показателей стекловидности зерна и содержания клейковины отмечена более низкая стабильность, что говорит о сильном влиянии на их формирование погодных условий. Следует обратить внимание на показатели качества муки с повышенным коэффициентом стабильности по годам: степень разжижения теста, показатель валориметра, объем хлеба из 100 г муки. Менее стабильные показатели качества, такие как сила муки и упругость теста необходимо рассматривать в контексте погодных условий вегетации. Проведенный в условиях Воронежской области анализ позволил выделить структурные элементы стебля и колоса, качественные показатели зерна и муки, которые необходимо учитывать для повышения эффективности отборов в селекции сортов яровой мягкой пшеницы.

Литература

1. Кадушкина В.П., Фоменко М.А., Коваленко С.А., Бирюкова О.В. Параметры адаптивности и показатели качества яровой твердой пшеницы в степной зоне Ростовской области. // Зерновое хозяйство России. – 2024. – Т. 16, № 4. – С. 97-104. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2024-93-4-97-104>
2. Казак А.А., Логвинов Ю.П., Яценко В.Н. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от применения регулятора роста «Росток» в северной лесостепи Тюменской области. // Зерновое хозяйство России. – 2005. – Том 17, № 3. – С. 99-107. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2025-98-3-99-107>
3. Кандроков Р.Х., Назойкин Е.А. Сравнительная характеристика мукомольных свойств различных сортов пшеницы, тритикале и ржи урожая 2023 года, районированных в Смоленской области// Зернобобовые и крупяные культуры. – 2025. – № 3(55). – С. 145-154. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-3-145-154
4. Асхадуллин Д.Ф., Асхадуллин Д.Ф., Василова Н.З. и др. Характеристика сорта яровой мягкой пшеницы Балкыш. // Зерновое хозяйство России. – 2024. – Т. 16, № 2. – С. 36-42. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2024-91-2-36-42>

5. Голова Т.Г., Чвилева И.Н., Юрьева Н.И. Особенности формирования элементов продуктивности и качества у сортов яровой пшениц. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2025. – № 1(53). – С. 65-74. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-1-65-74

References

1. Kadushkina V.P., Fomenko M.A., Kovalenko S.A., Biryukova O.V. Adaptability parameters and quality indicators of spring hard wheat in the steppe zone of the Rostov region. *Zernovoe khozyajstvo Rossii*, 2024, no. 4, pp. 97-104. (In Russian). DOI: 10.31367/2079-8725-2024-93-4-97-104 (In Russian)
2. Kazak A.A., Logvinov Yu.P., Yashhenko V.N. Yield and quality of spring wheat grain depending on the use of the Rostok growth regulator in the northern forest-steppe of the Tyumen region. *Zernovoe khozyajstvo Rossii*, 2025, no. 3, pp. 979107. (In Russian). DOI: 10.31367/2079-8725-2025-98-3-99-107 (In Russian)
3. Kandrov R.X., Nazojkin E.A. Comparative characteristics of the milling properties of various varieties of wheat, triticale and rye of the 2023 crop, zoned in the Smolensk region. *Zernobobovy`e i krupyany`e kul`tury`*, 2025, no. 3, pp. 145-154. (In Russian). DOI: 10.24412/2309-348X-2025-3-145-154 (In Russian)
4. Askhadullin D.F., Askhadullin D.F., Vasilova N.Z. et al. Characteristics of spring soft wheat variety Balkysh. *Zernovoe khozyajstvo Rossii*, 2024, no. 2, pp. 36-42. (In Russian). DOI: 10.31367/2079-8725-2024-91-2-36-42 (In Russian)
5. Golova T.G., Chvileva I.N., Yur`eva N.I. Features of the formation of elements of productivity and quality in varieties of spring wheat. *Zernobobovy`e i krupyany`e kul`tury`*, 2025, no. 1, pp. 65-17. (In Russian). DOI: 10.24412/2309-348X-2025-1-65-74 (In Russian)

ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЮПИНА БЕЛОГО ПРИ РАЗНЫХ УРОВНЯХ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Е.И. ИСАЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук,
ORCID ID: 0000-0002-9352-5329, E-mail: lupin.zemledelie@mail.ru

М.Ю. АНИШКО, доктор сельскохозяйственных наук,
ORCID ID: 0000-0002-5803-0507, E-mail: lupin.zemledelie@mail.ru

ВНИИ ЛЮПИНА – ФИЛИАЛ ФНЦ «ВИК ИМ. В.Р. ВИЛЬЯМСА», Г. БРЯНСК

Аннотация. Представлены результаты исследований по влиянию разных уровней минерального питания на урожайность, комовую ценность и энергетическую эффективность производства зерна, при возделывании люпина белого в двух трехпольных севооборотах. Цель исследований – охарактеризовать урожайность, кормовые показатели и энергетическую эффективность возделывания люпина белого в трехпольных севооборотах при разных уровнях минерального питания. Исследования проводили на серой лесной почве юго-запада Нечерноземной зоны Брянского региона стационарного опыта ВНИИ люпина в 2023-2025 г.г. Максимальная урожайность – 3,2 т/га, люпина белого Мичуринский была получена в трехпольном севообороте с пожнивным посевом редьки масличной на корм на варианте где удобрения непосредственно под посев люпина не вносились, а только было последствие фона севооборота. Дальнейшая интенсификация фона снижала продуктивность, но достоверность математически не доказана, изменения были в пределах ошибки опыта. По выходу кормовых показателей с гектара, у люпина белого Мичуринский выделился вариант 1 в трехпольном севообороте с пожнивным посевом редьки масличной на корм. Здесь с гектара было получено 4657,0 кормовых единиц, с себестоимостью 100 ед. – 700,7 рублей и 780,8 кг переваримого протеина. Четко прослеживается закономерность наиболее эффективного использования энергии при варианте 1 (люпин без удобрений) с самой низкой степенью химизации гектара пашни.

Ключевые слова: люпин, севооборот, степени химизации, урожайность, кормовые показатели.

Для цитирования: Исаева Е.И., Анишко М.Ю. Продуктивность люпина белого при разных уровнях минерального питания. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2026. № 2 (58): 117-122. DOI: 10.24412/2309-348X-2026-2-117-122

PRODUCTIVITY OF WHITE LUPINE AT DIFFERENT LEVELS OF MINERAL NUTRITION.

E.I. Isaeva, M.Yu. Anishko

FSBSI «ALL-RUSSIAN RESEARCH INSTITUTE OF LUPIN» – BRANCH OF FSBSI
«FEDERAL WILLIAMS RESEARCH CENTER OF FORAGE PRODUCTION AND
AGROECOLOGY

Abstract. The article presents the results of research on the effect of different levels of mineral nutrition on the yield, fodder value, and energy efficiency of grain production when white lupine is cultivated in two three-field crop rotations. The purpose of the research is to characterize the yield, fodder indicators, and energy efficiency of white lupine cultivation in three-field crop rotations at different levels of mineral nutrition. The studies were conducted on the gray forest soil of the south-west of the Non-Chernozem zone of the Bryansk region in the stationary experiment of the All-Russian Research Institute of Lupine in 2023-2025. The maximum yield of 3.2 t/ha was obtained for

white lupine Michurinsky in a three-field crop rotation with a stubble crop of oil radish for fodder in a variant where fertilizers were not applied directly before sowing lupine, but only in the background of the crop rotation. Further background intensification reduced productivity, but the reliability was not mathematically proven, and the changes were within the error margin of the experiment. In terms of fodder yield per hectare, the Michurinsky white lupine stood out in variant 1 of a three-field crop rotation with stubble sowing of oil radish for fodder. Here, 4,657.0 fodder units were obtained per hectare, with a cost of 100 units at 700.7 rubles and 780.8 kg of digestible protein. There is a clear pattern of the most efficient use of energy in option 1 (lupine without fertilizers) with the lowest degree of chemicalization per hectare of arable land.

Keywords: lupine, crop rotation, degree of chemicalization, yield, fodder indicators.

Введение

Одной из наиболее важных проблем современного ведения сельскохозяйственного производства Нечерноземной зоны, является обеспечение прогрессивно развивающегося животноводства сбалансированными кормами, которые можно получить непосредственно на пашне, при сохранении почвенного плодородия, чтобы обеспечить стабильность данного процесса во времени [1, 2, 3, 4].

Для решения данной задачи необходимо уходить от перенасыщения севооборота зерновыми культурами, в сторону зернобобовой составляющей в севообороте, как наиболее энергонасыщенной и максимально аккумулирующей солнечную энергию в полученную продукцию [5, 6, 7, 8].

Потенциал люпина белого сложно переоценить. Это и ценная кормовая культура, способная формировать урожайность семян до 4,5 т/га, с содержанием белка до 38 %, при достаточно низкой энергоёмкости культивирования. Кроме того, люпин обогащает почву биологическим азотом, фосфором и другими элементами питания, а его корневая система способствует увеличению аэрированности пахотного слоя и подпахотных горизонтов [9, 10, 11, 12].

Обзор проведенных исследований по изучению кормового обеспечения современного животноводства, структуры посевных площадей, адаптивного и хозяйственного потенциала люпина, показывает высокий интерес к данной проблеме. Поэтому возникает необходимость проведения комплексных исследований по минеральному питанию люпина в севооборотах разной структуры и ротации, изменению агрохимических показателей пахотного и подпахотного горизонтов.

Цель исследований – охарактеризовать урожайность, кормовые показатели и энергетическую эффективность возделывания люпина белого в трехпольных севооборотах при разных уровнях минерального питания.

Материалы и методы исследования

Исследования проводили на базе многолетнего стационарного опыта, заложенного в 1988 году, с учетом требований «Методики полевого опыта» Б.А. Доспехов [13], во Всероссийском научно-исследовательском институте люпина, на серой лесной легкосуглинистой почве юго-запада Нечерноземной зоны Брянской области. Агрохимическая характеристика пахотного слоя до закладки опыта: рН_{KCl} – 5.9-6.0; содержание подвижных: P₂O₅ (по Кирсанову) 276-282, K₂O (по Масловой) – 210-228 мг/кг почвы, органического вещества 2,9-3,2%.

Фактор А – севообороты:

1. Люпин белый – озимая тритикале (пожнивню редька масличная на корм) – овес.
2. Люпин белый – озимая тритикале (пожнивню редька масличная на сидерацию) – овес.

На каждом варианте чередований (фактор А), используется различная степень химизации (фактор Б).

Для каждой культуры опыта технологические схемы следующие:

Люпин белый (с. Мичуринский);

1 – система удобрений – без удобрений (последствие от предшественника), система защиты – протравливание: Протект форте - 1,25 л/т, гербициды: Камелот – 3 л/га, Квикстеп –

0,8 л/га, фунгициды: Триактив Экстра – 0,8 л/га (фаза 5 настоящих листьев), Колосаль Про – 0,4 л/га (по мере возникновения очагов инфекции).

2 – система удобрений- $N_{10}P_{26}K_{26}$ (диаммофоска (N:P:K)10:26:26 - 100 кг/га) , система защиты – протравливание: Протект форте - 1,25 л/т, гербициды : Камелот - 3 л/га, Квикстеп – 0,8 л/га, фунгициды: Триактив Экстра – 0,8 л/га (фаза 5 настоящих листьев), Колосаль Про – 0,4 л/га (по мере возникновения очагов инфекции).

3 – система удобрений- $N_{20}P_{52}K_{52}$ (диаммофоска (N:P:K) 10:26:26 - 200 кг/га), система защиты – протравливание: Протект форте - 1,25 л/т, : Камелот - 3 л/га, Квикстеп – 0,8 л/га, фунгициды: Триактив Экстра – 0,8 л/га (фаза 5 настоящих листьев) Колосаль Про – 0,4 л/га (по мере возникновения очагов инфекции).

4 – система удобрений- $N_{30}P_{78}K_{78}$ (диаммофоска (N:P:K) 10:26:26 - 300 кг/га), система защиты – протравливание: Протект форте - 1,25 л/т, гербициды : Камелот - 3 л/га, Квикстеп – 0,8 л/га, фунгициды: Триактив Экстра – 0,8 л/га (фаза 5 настоящих листьев) Колосаль Про – 0,4 л/га (по мере возникновения очагов инфекции).

Озимая пшеница (сорт Московская 39) система удобрений – общим фоном на 1 га д. в. $N_{60}P_{60}K_{60}$, система защиты – протравливание: Оплот – 0,4 л/т, гербициды: Балерина – 0,5 л/га, фунгициды: Колосаль Про – 0,4 л/га.

Овес (сорт Памяти Балавина) система удобрений – общим фоном на 1 га д. в. $N_{60}P_{60}K_{60}$, система защиты – протравливание: Бункер – 0,5 л/т, гербициды: Балерина – 0,5 л/га, + фунгициды: Колосаль Про – 0,4 л/га.

Пожнивный посев после озимых зерновых культивируется по принципу «посеял – убрал», без какого-либо применения агрохимикатов.

Опыт заложен в границах одного земельного участка, развернут всеми полями в пространстве и во времени. Площадь делянки – $8 \times 29 = 232 \text{ м}^2$. Учетная площадь делянки – $25 \times 6 = 150 \text{ м}^2$. Повторность трехкратная. Ярусов – 14, делянок 216 штук. Площадь под опытом - 5,9 га.

Результаты и их обсуждение

В последние годы при нарастающих изменениях климата и антропогенного воздействия на природные экосистемы, все чаще проявляются погодные аномалии, которые оказывают сильное влияние на сельскохозяйственное производство. В частности резкие колебания погодных условий негативно сказываются на урожае и валовых сборах сельскохозяйственных культур. Поэтому сам подход в решении этой проблемы должен быть дифференцированным, как с точки зрения оптимизации минерального питания культур в системе севооборота, так и в сохранении почвенного плодородия, так как универсального решения для всех хозяйств не существует.

В среднем за три года исследований максимальная урожайность люпина белого Мичуринский – 3,2 т/га, была получена в трехпольном севообороте с пожнивным посевом редьки масличной на корм в варианте, где удобрения непосредственно под посев люпина не вносились, а только было последствие фона севооборота (табл. 1). Дальнейшая интенсификация фона снижала продуктивность во все годы исследования, но достоверность математически не доказана, изменения были в пределах ошибки опыта.

В севообороте с пожнивным посевом редьки на сидеральные цели выявлена достоверная прибавка урожайности на 0,7 т/га в варианте 2 по сравнению с контрольным вариантом.

За трехлетний период исследований по выходу кормовых показателей с гектара, у люпина белого Мичуринский выделился вариант 1 в трехпольном севообороте с пожнивным посевом редьки масличной на корм (табл. 2). Здесь с гектара было получено 4657,0 кормовых единиц, с себестоимостью 100 ед. – 700,7 рублей и 780,8 кг переваримого протеина.

Урожайность люпина белого Мичуринский в полевых севооборотах при разных степенях химизации, т/га

Годы исследований	Варианты				НСР ₀₅
	1	2	3	4	
	Без удобрений (контроль)	N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆	N ₂₀ P ₅₂ K ₅₂	N ₃₀ P ₇₈ K ₇₈	
Последствие СУС*	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	
Люпин белый - озимая тритикале (пожнивno редька масличная на корм) - овес					
2023	3,4	3,2	3,4	3,3	F _φ ≤F _T
2024	3,3	2,5	3,2	2,6	F _φ ≤F _T
2025	3,1	2,5	2,9	3,4	F _φ ≤F _T
Среднее	3,2	2,7	3,1	3,1	-
Люпин белый - озимая тритикале (пожнивno редька масличная на сидерацию) - овес					
2023	3,3	3,2	3,6	3,5	F _φ ≤F _T
2024	2,9	2,2	2,7	2,6	0,08
2025	2,3	2,3	2,6	2,5	F _φ ≤F _T
Среднее	2,8	2,5	3,0	2,9	-

*Примечание: СУС – система удобрения севооборота

В общем в рамках двух исследуемых севооборотов люпин из всех культур чередования, обеспечивал самые высокие показатели по выходу переваримого протеина с гектара пашни (от 685,9 до 780,8 кг).

Как показывают расчеты, все варианты химизации в севооборотах показали высокую эффективность использования энергии. Тем не менее, четко прослеживается закономерность наиболее эффективного использования энергии при варианте 1 (люпин без удобрений) с самой низкой степенью химизации гектара пашни (табл. 3). Здесь по всем севооборотам получен наибольший чистый энергетический доход 34,9 ГДж и 35,7 ГДж с гектара и коэффициент энергетической эффективности – 1,5.

Таблица 2

Кормовые показатели зерна люпина белого Мичуринский в полевых севооборотах при разных степенях химизации (среднее за 2023-2025 гг.)

Севообороты	Варианты	Выход СВ ¹ с 1 га, т	ОЭ, ГДж/га	Выход ПП, кг/га	Выход к. ед. с 1 га	Себест. 100 к.ед., руб.
Люпин белый – озимая тритикале (пожнивno редька масличная на корм) – овес	1 (без удобрений) (контроль)	2,5	40,1	780,8	4657,0	700,7
	2 (N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆)	2,2	38,4	745,3	4481,5	765,3
	3 (N ₁₀ P ₅₂ K ₅₂)	2,3	39,8	776,3	4686,4	770,8
	4 (N ₃₀ P ₇₈ K ₇₈)	2,3	40,1	693,0	47311,4	864,2
Люпин белый – озимая тритикале (пожнивno редька масличная на сидерацию) – овес	1 (без удобрений) (контроль)	2,1	36,3	685,9	4222,5	785,2
	2 (N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆)	2,2	38,7	762,2	4200,0	782,6
	3 (N ₁₀ P ₅₂ K ₅₂)	2,3	38,9	731,7	4454,0	845,3
	4 (N ₃₀ P ₇₈ K ₇₈)	2,1	37,8	732,6	4471,4	870,3

Примечание: СВ – сухое вещество, ОЭ – обменная энергия, ПП – переваримый протеин

Остальные варианты возделывания люпина белого могут применяться в хозяйствах с разным уровнем материально-технического развития.

Таблица 3

Энергетическая эффективность возделывания люпина белого в трехпольных севооборотах при разных степенях химизации (среднее за 2023-2025 гг.)

Севообороты	Варианты, СУС*	Энегозатраты на 1 га севооборотной площади, ГДж	Чистый энерг. доход, ГДж/га	Кээ
Люпин белый - озимая тритикале (пожнивno редька масличная на корм) – овес	1 (без удобрений)	22,7	34,9	1,5
	2 (N10P26K26)	24,3	34,0	1,4
	3 (N10P52K52)	25,9	34,2	1,4
	4 (N30P78K78)	27,3	34,1	1,3
Люпин белый - озимая тритикале (пожнивno редька масличная на сидерацию) - овес	1 (без удобрений)	23,5	35,7	1,5
	2 (N10P26K26)	24,8	34,8	1,5
	3 (N10P52K52)	26,2	34,4	1,3
	4 (N30P78K78)	27,8	34,6	1,3

Заключение

Таким образом, наибольшая зерновая и кормовая продуктивность люпина белого была получена в варианте без применения удобрений. Здесь получена урожайность от 2,8 до 3,2 тонн с гектара и максимальный выход кормовых единиц – 4657,0 с самой низкой себестоимостью 100 шт. – 700,1 рублей. Тем не менее, современное сельскохозяйственное производство отличается многоукладностью и разноплановостью, поэтому остальные варианты в представленных севооборотах так же имеют место быть и могут применяться в хозяйствах, обеспечивая довольно высокие, энергетически оправданные показатели продуктивности.

Работа выполнена в рамках Государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по теме № FGGW-2025- 0004 «Усовершенствовать агротехнические и технологические параметры ресурсосберегающих систем кормопроизводства лесной зоны для животноводческих хозяйств различных организационных форм на основе рационального использования почвенно-климатических и растительных ресурсов, интенсивных технологий с использованием нового поколения сортов и гибридов, удобрений, средств защиты и технических средств, обеспечивающих производство высококачественных кормов, воспроизводство почвенного плодородия и экологическую безопасность окружающей среды».

Литература

1. Шпаков А.С. Кормопроизводство в крестьянско-фермерских хозяйствах Нечерноземной зоны: научное обеспечение. // Адаптивное кормопроизводство. – 2024. – № 3. – С. 50-55. DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2024-2-50-55.
2. Косолапов В.М., Трофимов И.А., Трофимова Л.С. Рациональное природопользование и кормопроизводство в сельском хозяйстве России. – М.: РАН, – 2018. – 132 с.
3. Маслов В.Н., Березин Н.А., Чернова И.В. Состояние зернового хозяйства России, роль зерновых в кормлении сельскохозяйственных животных и человека. //Вестник аграрной науки. – 2021. – № 2. – С. 3-15. DOI: 10.17238/issn2587-666x.2021.2.3
4. Слесарева Т.Н. Технология производства кормов на основе смешанных посевов люпина желтого со злаковыми культурами. // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство. – 2024. – Т. 27 (75). – С. 60-64 DOI:1033814/МАК-2022-27-75-60-64
5. Лошаков В.Г. Севооборот – основополагающее звено современных систем земледелия. //Вестник РАСХН. – 2006. – С.23-26.
6. Иванов А. И., Иванова Ж. А. Продуктивность полевого севооборота и эффективность систем удобрения в мелиорированном агроландшафте. // Земледелие. – 2023. – № 4. – С. 1-8. DOI: 10.24412/0044-3913-2023-4-1-8.

7. Эседулаев С.Т., Мельцаев И.Г. Биологизированные севообороты – основной фактор повышения плодородия дерново-подзолистых почв и продуктивности пашни в Верхневолжье. // Аграрный вестник Урала. – 2019. – №11 (109). – С. 18-26. DOI: 10.32417/article_5dcd861e3d2300/42959538.
8. Гурин А.Г., Чадаев И.М. Роль бобовых предшественников в повышении биологической активности серой лесной почвы. // Зернобобовые и крупяные культуры. - 2019. - № 1(29). - С. 21 – 25.
9. Исаева Е.И., Яговенко Г.Л. Поле люпина – способ биологизации севооборота и основа плодородия. // Аграрный вестник Урала. – 2024. – Т. 24. – № 02. – С. 163-171. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2024-24-02-163-171>
10. Артюхов А.И., Подобедов А.Б. Современные направления исследований по люпину в России. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. – № 1. –С. 80-86.
11. Исаева Е.И., Анишко М.Ю. Продуктивность севооборота с люпином при разных способах основной обработки почвы. // Вестник Ульяновской ГСХА – 2025. – № 3. – С. 21-28. DOI: 10.18286/1816-4501-2025-3-21-28
12. Агеева П.А., Почутина Н.А., Мисникова Н.В. Изучение современного генофонда узколистного люпина по элементам продуктивности и морфобиологическим свойствам. // Аграрный вестник Урала. – 2023. – № 02 (231). – С. 41-52. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-231-02-41-52.
13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 6-е, перераб. и доп. Москва: Альянс, – 2011. – 361 с.

References

1. Shpakov A.S. Kormoproizvodstvo v krest'yansko-fermerskikh khozyaistvakh Necherno-zemnoi zony: nauchnoe obespechenie. *Adaptivnoe kormoproizvodstvo*, 2024, no. 3, pp. 50-55. DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2024-2-50-55.
2. Kosolapov V.M., Trofimov I.A., Trofimova L.S. Ratsional'noe prirodopol'zovanie i kormoproizvodstvo v sel'skom khozyaistve Rossii. Moscow: RAN, 2018, 132 p.
3. Maslov V.N., Berezin N.A., Chernova I.V. Sostoyanie zernovogo khozyaistva Rossii, rol' zernovykh v kormlenii sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh i cheloveka. *Vestnik agrarnoi nauki*. 2021, no. 2, pp. 3-15. DOI: 10.17238/issn2587-666x.2021.2.3
4. Slesareva T. N. Tekhnologiya proizvodstva kormov na osnove smeshannykh posevov lyupina zheltogo so zlakovymi kul'turami. *Mnogofunktsional'noe adaptivnoe kormoproizvodstvo*, 2024, Vol. 27 (75), pp. 60-64 DOI: 10.33814/MAK-2022-27-75-60-64
5. Loshakov V.G. Sevooborot – osnovopolagayushchee zveno sovremennykh sistem zemledeliya. *Vestnik RASKHN*, 2006. pp. 23-26.
6. Ivanov A.I., Ivanova Zh.A. Produktivnost' polevogo sevooborota i ehffektivnost' sistem udobreniya v meliorirovannom agrolandshafte. *Zemledelie*. 2023, no. 4, pp. 1-8. DOI: 10.24412/0044-3913-2023-4-1-8.
7. Ehsedulaev S.T., Mel'tsaev I.G. Biologizirovannyye sevooboroty – osnovnoi faktor povysheniya plodorodiya dernovo-podzolistykh pochv i produktivnosti pashni v Verkhnevolzh'e. *Agrarnyi vestnik Urala*. 2019, no. 11(109), pp. 18-26. DOI:10.32417/article_5dcd861e3d2300/42959538.
8. Gurin A.G., Chadaev I.M. Rol' bobovykh predshestvennikov v povyshenii biologicheskoi aktivnosti seroi lesnoi pochvy. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2019, no. 1(29), pp. 21 – 25.
9. Isaeva E.I., Yagovenko G.L. Pole lyupina – sposob biologizatsii sevooborota i osnovna plodorodiya. *Agrarnyi vestnik Urala*. 2024. Vol. 24, no. 02. pp. 163-171. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2024-24-02-163-171>
10. Artyukhov A. I., Podobedov A. B. Sovremennyye napravleniya issledovaniy po lyupinu v Rossii. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2012, no. 1, pp. 80-86.
11. Isaeva E.I., Anishko M.Yu. Produktivnost' sevooborota s lyupinom pri raznykh sposobakh osnovnoi obrabotki pochvy. *Vestnik Ul'yanovskoi GSKHA*, 2025, no. 3, pp. 21-28. DOI:10.18286/1816-4501-2025-3-21-28
12. Ageeva P.A., Pochutina N.A., Misnikova N.V. Izuchenie sovremennogo genofonda uzkolistnogo lyupina po ehlementam produktivnosti i morfobiologicheskim svoistvam. *Agrarnyi vestnik Urala*. 2023, no. 02 (231), pp. 41–52. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-231-02-41-52.
13. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy). Izd. 6-e, pererab. i dop., Moscow: Al'yans Publ., 2011, 361 p.

ВЛИЯНИЕ МИКРОУДОБРЕНИЙ НА ПОКАЗАТЕЛИ ПРОДУКЦИОННОГО ПРОЦЕССА И УРОЖАЙНОСТЬ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО

Т.В. ЯГОВЕНКО, кандидат биологических наук, ORCID ID 0000-0002-7398-320X, E-mail: lupin.labphys@mail.ru

Н.М. ЗАЙЦЕВА, ORCID ID 0000-0003-4952-529X, E-mail: lupin.labphys@mail.ru

Н.В. ГРИБУШЕНКОВА, ORCID ID 0000-0002-4576-8298, E-mail: lupin.labphys@mail.ru

Н.В. МИСНИКОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID 0000-0001-5746-6539, E-mail: lupin_nvmisnikova@mail.ru

ВНИИ ЛЮПИНА – филиал ФГБНУ «ФНЦ КОРМОПРОИЗВОДСТВА И АГРОЭКОЛОГИИ ИМЕНИ В. Р. ВИЛЬЯМСА», Брянск

***Аннотация.** В статье представлены результаты полевых исследований 2024-2025 гг. по установлению влияния микроудобрений, содержащих Мо, В (Ультрамаг Мо, Ультрамаг В) на ряд показателей продукционного процесса, принимающих участие в формировании урожайности семян люпина узколистного сорта Белорозовый 144. Исследования проводились в условиях юго-западной части НЗ на серых лесных почвах. Установлено, что использование Мо, В увеличивало площадь листьев соответственно на 14,4%, 2,5%; ФП – на 17,3%, 8,8%; ЧПФ – на 8,7%, 10,4%. Изучаемые микроудобрения повышали синтез сухой массы растения в вариантах опыта в среднем на 13,8% (Мо) и 5,6% (В); способствовали интенсивному росту корневой системы. Максимальному увеличению массы корневой системы относительно контроля обеспечивал В. В варианте с предпосевной обработкой семян и двумя фолиарными обработками в фазу 3-х пар настоящих листьев и бутонизации сухая масса корневой системы превышала контроль на 34,3%. В этом же варианте отмечены максимальная сухая масса клубеньков и максимальный коэффициент азотфиксации; они превысили контроль на 71,4% и 63,1%, соответственно. Оценка урожайности семян люпина узколистного показала, что максимальной урожайностью (2,07 т/га) характеризовались варианты с предпосевной обработкой семян микроудобрением и последующей фолиарной обработкой в фазе 3-х пар настоящих листьев, а также вариант с обработкой семян Мо и последующими фолиарными обработками Мо в фазы 3-х пар настоящих листьев и бутонизации (2,09 т/га). Превышение над контролем составило соответственно 21,1 и 22,2%.*

Ключевые слова: люпин узколистный, сухое вещество, фотосинтез, азотфиксация, урожайность.

Для цитирования: Яговенко Т.В., Зайцева Н.М., Грибушенкова Н.В., Мисникова Н.В. Влияние микроудобрений на показатели продукционного процесса и урожайность люпина узколистного. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2026. № 2 (58): 123-133. DOI: 10.24412/2309-348X-2026-2-123-133

THE INFLUENCE OF MICRO-FERTILIZERS ON INDICES OF PRODUCTION PROCESS AND YIELD OF NARROW-LEAFED LUPIN

T.V. Yagovenko, N.M. Zaytseva, N.V. Gribyshenkova, N.V. Misnikova

ALL-RUSSIAN LUPINE SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE – BRANCH OF THE FEDERAL WILLIAMS RESEARCH CENTER OF FORAGE PRODUCTION AND AGROECOLOGY, Russia, Bryansk

Abstract. *The article presents the test results for the study of the effect of micro-fertilizers with Mo and B (Ultramag Mo, Ultramag B) on some indices of production process of seeds' yield formation of the narrow-leaved lupin var. Belorozovy 144 in 2024-2025. The tests were done under conditions of the South-West part of the Non-Chernozem zone on the gray forest soils. It was revealed that use of Mo and B increased leaves' square by 14.4% and 2.5% respectively; photosynthetic potential – by 17.3% and 8.8%; the net photosynthesis productivity – by 83.7% and 10.4% respectively. The tested micro-fertilizers increased dry matter synthesis of plants in experimental variants average by 13.8% (Mo) and 5.6% (B); it contributed to the intensive growth of root system. Boron provided the maximum increasing of root system mass compared to the standard. The dry mass of root system exceeded the standard by 34.3% in the variant of pre-sowing seeds' treatment and two foliar treatments at the stages of three pairs of true leaves and bud formation. In this variant the maximum nodules' dry mass and maximum coefficient of nitrogen fixing have been recorded; they exceeded the standard by 71.4 and 63.1% respectively. The evaluation of seeds' yield of the narrow-leaved lupine demonstrated that the variants with pre-sowing seeds' treatment with micro-fertilizers followed by the foliar one at the stage of three pairs of true leaves as well as the variant with Mo seeds' treatment followed by Mo foliar treatments at the stages of three pairs of true leaves and bud formation had the maximum yield of 2.07 and 2.09 t/ha respectively. They increased the standard by 21.1 and 22.2% respectively.*

Keywords: narrow-leaved lupin, dry matter, photosynthesis, nitrogen fixing, yield.

Введение

В настоящее время наблюдается широкое использование в технологии возделывания сельскохозяйственных культур микроудобрений, стимуляторов роста в целях повышения и стабилизации их продуктивности. В современных условиях возрастает значение люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.) – культуры, имеющей огромный биологический и экономический потенциал. Люпин узколистный является универсальной культурой для производства кормов для животных, а также пищевых продуктов. В 1 кг люпина содержится от 245 до 322 г переваримого протеина, что в 1,7-5,5 раза выше, чем в зерне зерновых культур [1, 2]. Для увеличения урожайности зерна этой культуры большая роль отводится усовершенствованию элементов технологии её возделывания. Существенно повысить урожайность люпина можно за счет оптимизации способов внесения микроудобрений, содержащих молибден (Mo) и бор (B). Бобовые культуры выносят из почвы в 57 раз больше бора и молибдена по сравнению со злаками, недостаточное содержание подвижных форм этих элементов в почве зачастую является лимитирующим фактором при формировании урожая зерна бобовых культур [2]. Отклонения от оптимальных концентраций этих элементов в почве может привести к нарушению работы ферментов и как следствие обмена веществ в растениях, что отражается на ряде физиологических показателей, продуктивности растений. В настоящее время применяются новые формы микроудобрений в хелатной форме, а также стимуляторы роста, отличающиеся высокой эффективностью [3, 4]. Одним из важнейших направлений совершенствования технологий возделывания культурных растений является применение средств управления биологическими процессами с помощью микроэлементов, регуляторов роста, которые являются ступенью управления вегетацией и продукционным процессом, когда возможности традиционной агротехники исчерпаны или ухудшают экологическую ситуацию [5]. Влияние на продукционный процесс путем использования этих веществ приобретает все большую актуальность, так как позволяет сократить затраты на средства химизации, увеличить урожайность сельскохозяйственной продукции и улучшить её качество. Кроме того, отзывчивость новых сортов люпина на ряд микроэлементов, способы их применения, влияние на рост, развитие и формирование урожайности семян изучены не в полной мере, так как несмотря на изученность многих макро- и микроэлементов высокий продуктивный потенциал люпина узколистного в производстве не реализуется.

Цель исследований – изучение влияния микроудобрений, содержащих молибден (Мо), бор (В) и схем их внесения на производственные процессы, урожайность люпина узколистного в условиях Юго-Западного региона НЗ РФ.

Методика и материалы исследований

Полевые опыты проводились в 2024 и 2025 гг. в почвенно-климатических условиях Брянской области, на серых лесных легкосуглинистых почвах юго-западной части НЗ. Содержание фосфора (по Кирсанову) – 272 мг/кг, калия (по Масловой) – 171 мг/кг. Гумус по Тюрину – 2,64%, рН 5,7. Массовая доля подвижных соединений бора – 1,21 мг/кг, молибдена – 0,09 мг/кг. Материалом исследований служил сорт люпина узколистного Белорозовый 144. В исследования включены: микроудобрения: Ультрамаг Мо: (N – 3,4-5,6%; Мо – 2,6-3,4%), Ультрамаг В (N – 5,7%; В – 11,8%). Технология в опыте – общепринятая во ВНИИ люпина.

Схема опыта:

- 1 – контроль (без обработок);
- 2 – предпосевная обработка семян микроудобрением Ультрамаг Мо (1,5 л/т);
- 3 – предпосевная обработка семян микроудобрением Ультрамаг Мо (1,5 л/т) + фолиарное опрыскивание Мо в фазу 3 настоящих листьев (1,0 л/га);
- 4 – предпосевная обработка семян микроудобрением Ультрамаг Мо (1,5 л/т) + фолиарное опрыскивание Мо в фазу бутонизации (1,0 л/га);
- 5 – предпосевная обработка семян микроудобрением Ультрамаг Мо (1,5 л/т) + фолиарные опрыскивания Мо в фазы 3 пары настоящих листьев и бутонизации;
- 6 – предпосевная обработка семян микроудобрением Ультрамаг В (1,0 л/га);
- 7 – предпосевная обработка семян микроудобрением Ультрамаг В (1,0 л/га) + фолиарное опрыскивание В в фазу 3 настоящих листьев (0,8 л/га);
- 8 – предпосевная обработка семян микроудобрением Ультрамаг В (1,0 л/га) + фолиарное опрыскивание В в фазу бутонизации (0,8 л/га);
- 9 – предпосевная обработка семян микроудобрением Ультрамаг В (1,0 л/га) + фолиарные опрыскивания В в фазу 3 настоящих листьев (0,8 л/га) и бутонизации (0,8 л/га).

Проведение полевых опытов и статистическая обработка данных – по Б.А. Доспехову (1985). Площадь делянки 10 м², норма высева – 1,2 млн.семян на га, повторность 4-х кратная. Размещение делянок систематическое. Уборку зерна осуществляли поделяночно, комбайном SAMPO-500 с пересчетом на 14% влажность и 100% чистоту.

Фотосинтетические показатели определяли по методикам, изложенным в работах А.А. Ничипоровича (1970), азотфиксацию определяли по методике Е.П. Трепачёва (1979), коэффициент азотфиксации (%) рассчитывали, как отношение количества фиксированного азота (г/м²) к общему его накоплению растениями люпина (г/м²), гидротермический коэффициент (ГТК) – по Г.Т. Селянинову (1966).

Метеорологические условия вегетационных периодов в 2024 г. (ГТК=1,23) и 2025 г. (ГТК=1,95) отклонялись как от среднемноголетних, так и между собой. Показатели температурного режима и количества осадков в периоды вегетации распределялись неравномерно по фазам развития люпина узколистного сорт Белорозовый 144, но в целом были благоприятными для возделывания люпина узколистного.

Результаты исследований

Применение различных препаратов при возделывании сельскохозяйственных культур в первую очередь направлено на стимуляцию их роста и развития [5]. При рассмотрении влияния микроудобрений, содержащих Мо, В и схем их применения, на линейный рост растений люпина узколистного отмечено его увеличение в фазу цветения. Использование Мо повышало этот показатель в среднем за годы исследований на 30,0%, В – на 31,1%. К фазе сизо-блестящего боба линейный прирост опытных растений в период «цветение – сизо-блестящий боб» уступал контролю. Этот признак варьировал в диапазоне от 28,2 до 41,9 см, при использовании Мо снижался на 5,2%, В – на 8,4% (рис. 1). Очевидно, к фазе сизо-блестящего боба синтезируемые растением пластические вещества использовались в большей степени на рост боковых побегов, формирование и налив семян.

Фотосинтез вносит большой вклад в формирование урожайности культуры, поэтому внимания заслуживает вопрос влияния молибдена и бора на фотосинтетическую деятельность люпина. Метеорологические условия 2025 года по сравнению с условиями 2024 года способствовали формированию большей площади листовой поверхности, большего фотосинтетического потенциала (ФП) и большей чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) (табл. 1). В среднем за годы исследований микроудобрения увеличивали площадь листьев на 14,4 (Мо) и 2,5% (В), ФП – на 17,3 (Мо) и 8,8% (В), ЧПФ при использовании Мо повышалась на 8,7%, В – на 10,4%. Отмечено, что фолиарные обработки Мо в отличие от обработки семян в большей степени увеличивали площадь листовой поверхности растений. Самое высокое значение (45,8 тыс. м²/га) листовой поверхности зафиксировано при её двукратном применении в фазе 3-х пар настоящих листьев и бутонизации.

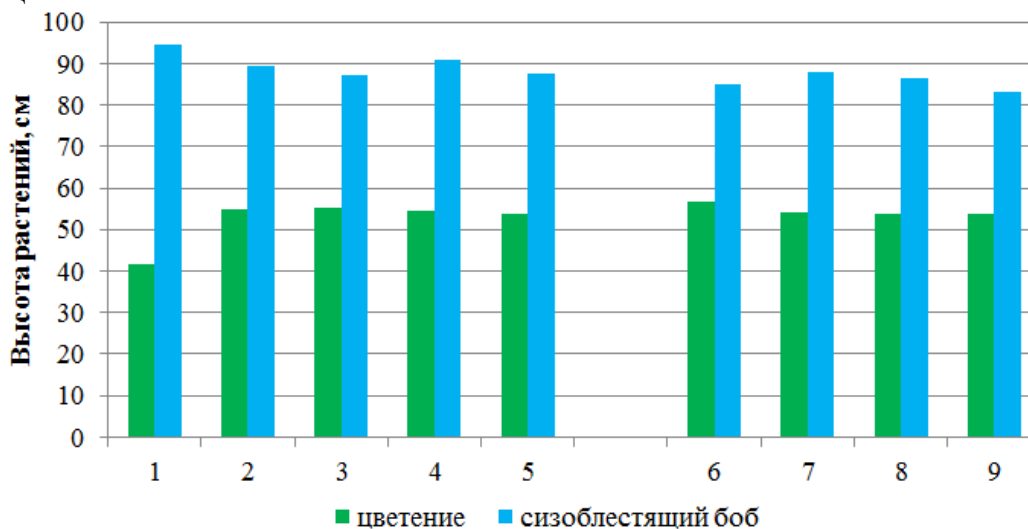


Рис. 1. Влияние микроэлементов на линейный рост люпина узколистного сорта Белорозовый 144, 2024 - 2025 гг.

Анализ накопления сухой массы растениями люпина узколистного показал, что в среднем за годы исследований сухая масса 1 растения в фазу сизо-блестящего боба находилась в пределах 24,1...28,4 г и практически не различалась по годам. Микроудобрения увеличивали этот показатель в среднем по вариантам опыта: Мо – на 13,8%, В – на 5,6%. Максимальное значение 28,4 г/растение отмечено в варианте с предпосевной обработкой семян Мо и последующей фолиарной обработкой в фазу бутонизации. Превышение над контролем составило 17,8%.

Накопление растениями сухого вещества является результатом их взаимодействия с физиологически активными веществами, факторами внешней среды и позволяет судить об условиях роста и развития, а также отзывчивости возделываемых растений на различные агротехнические приемы [6]. Отмечено достоверное положительное влияние препаратов на накопление сухой массы листьев, корней, клубеньков, бобов (табл. 2).

Так, в фазе сизо-блестящего боба использование Мо вызывало повышение массы листьев на растении в среднем за годы исследований на 12,7%, В – на 11,5%. Оба микроэлемента способствовали росту массы стеблей на 10,6%. Одним из показателей продуктивности растений является накопление сухой массы бобов. Наиболее эффективным в этом отношении был Мо, превышение над контролем в среднем за годы исследования составило 19,2%. Максимальным значением этого показателя характеризовался вариант с предпосевной обработкой семян Мо и фолиарным опрыскиванием в фазу бутонизации – 7,70 г, что на 23,4% выше контроля.

Используемые микроудобрения вызывали интенсивное развитие корневой системы – корней и клубеньков. Максимальное увеличение её сухой массы обеспечивал В в варианте, включающем предпосевную обработку семян и последующие фолиарные обработки в фазы 3-х пар настоящих листьев и бутонизации – 2,74 г, что на 34,3% превышает контроль.

Действие микроэлементов на показатели фотосинтеза люпина узколистного сорта Белорозовый 144

Вариант	Площадь листьев, тыс.м ² /га сизо-блестящий боб			ФП, млн. м ² /га·сутки, всходы-сизо-блестящий боб			ЧПФ, г/м ² сутки, цветение-сизо-блестящий боб		
	2024	2025	Среднее	2024	2025	Среднее	2024	2025	Среднее
Контроль	32,2	44,3	38,3	1,18	1,31	1,25	4,19	13,7	8,9
Обработка семян									
Ультрамаг Мо	34,9	48,6	41,8	1,19	1,51	1,35	4,17	17,1	10,0
Ультрамаг В	34,5	38,8	36,7	1,25	1,40	1,33	5,20	11,4	8,3
Обработка семян + листовая обработка в фазу 3 пары настоящих листьев									
Ультрамаг Мо	34,5	52,8	43,7	1,22	1,62	1,42	3,57	17,3	10,7
Ультрамаг В	36,5	54,1	45,3	1,28	1,65	1,47	4,19	18,9	11,5
Обработка семян + листовая обработка в фазу бутонизации									
Ультрамаг Мо	33,0	57,8	45,4	1,25	1,66	1,46	5,37	12,8	9,1
Ультрамаг В	35,4	40,1	37,8	1,22	1,33	1,28	4,34	15,4	9,9
Обработка семян + листовая обработка в фазы 3 пары настоящих листьев + бутонизация									
Ультрамаг Мо	32,5	56,3	45,8	1,18	1,73	1,46	4,25	13,6	8,9
Ультрамаг В	31,7	42,8	37,3	1,20	1,51	1,36	3,64	15,5	9,6

Действие микроэлементов на формирование сухой массы органами люпина узколистного сорта Белорозовый 144, (фаза сизо-блестящего боба) г.

Вариант	Листья			Стебли			Корни + клубеньки			Бобы		
	2024	2025	Среднее	2024	2025	Среднее	2024	2025	Среднее	2024	2025	Среднее
Контроль	4,37	5,07	4,72	9,4	12,8	11,1	1,91	2,16	2,04	7,4	5,07	6,24
Обработка семян												
Ультрамаг Мо	5,41	5,53	5,47	10,4	13,9	12,2	2,47	2,36	2,42	7,6	6,99	7,30
Ультрамаг В	5,22	4,06	4,64	10,2	10,4	10,3	2,01	3,24	2,63	7,2	6,73	6,97
Обработка семян + листовая обработка в фазу 3 пары настоящих листьев												
Ультрамаг Мо	4,31	6,46	5,39	9,9	14,9	12,4	1,89	2,83	2,36	7,1	7,47	7,29
Ультрамаг В	4,51	6,19	5,35	8,9	14,5	11,7	1,81	2,74	2,28	8,0	7,32	7,66
Обработка семян + листовая обработка в фазу бутонизации												
Ультрамаг Мо	5,56	5,39	5,48	12,5	12,8	12,7	2,42	2,56	2,49	9,0	6,40	7,70
Ультрамаг В	5,57	5,19	5,38	9,9	12,0	11,0	2,01	2,84	2,43	7,1	5,71	6,41
Обработка семян + листовая обработка в фазы 3 пары настоящих листьев + бутонизация												
Ультрамаг Мо	4,47	5,41	4,94	10,3	13,0	11,7	2,08	2,57	2,33	7,2	7,72	7,46
Ультрамаг В	6,10	5,27	5,69	9,7	10,5	10,1	2,39	3,09	2,74	7,1	5,96	6,53
НСР ₀₅	0,55	0,09		0,49	0,82		0,12	0,08		0,20	0,08	

Одним из важных моментов при использовании различных технологических приемов при возделывании люпина является установление их влияния на симбиотические процессы, в которых принимает участие корневая система и, в частности, клубеньки, которые являются сложной азотфиксирующей системой. В фазе цветения в среднем за 2 года исследований сухая масса клубеньков находилась в диапазоне от 0,06 до 0,13 г/растение. После применения микроэлементов Mo, В этот показатель увеличивался в вариантах опыта в среднем на 83,3%. Условия вегетации 2024, 2025 гг. характеризовались как достаточно увлажненные, а как известно, во влажной почве срок жизнедеятельности клубеньков продлевается, это способствовало максимальному накоплению их сухой массы к фазе сизоблестящего боба (рис. 2).

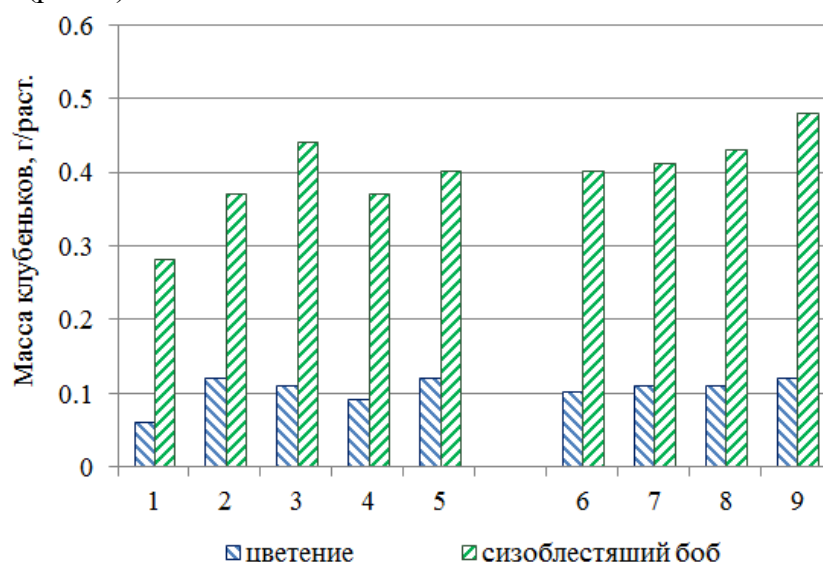


Рис. 2. Влияние микроэлементов на формирование массы клубеньков люпина узколистного сорта Белорозовый 144, среднее за 2024-2025 гг.

Наиболее интенсивному синтезу сухой массы клубеньков способствовал В. В среднем в вариантах с его использованием накопление сухой массы увеличивалось на 53,6% относительно контроля. При использовании Mo – на 41,1%. Максимальная сухая масса клубеньков отмечена в варианте с предпосевной обработкой семян В и последующих фолиарных опрыскиваний в фазы 3-х пар настоящих листьев и бутонизации, превышение над контролем составило 71,4%.

Возделывание люпина наиболее эффективно при оптимизации питания растений путём формирования продуктивной симбиотической системы [7]. Биологическая урожайность семян люпина находится в прямой зависимости от активности симбиотического потенциала и размеров азотфиксации [8], в которой непосредственное участие принимают клубеньки. Максимальное накопление азота клубеньками наблюдалось в фазе цветения от 4,74 до 5,02% (табл. 3).

Действие микроэлементов на показатели азотфиксации люпина узколистного сорта Белорозовый 144, 2024-2025 гг.

Вариант	Накопление азота клубеньками, %		Накоплено азота в зелёной массе растения, всего, г/м ²		Коэффициент азотфиксации, %	
	Цветение	Сизо-блестящий боб	Цветение	Сизо-блестящий боб	Цветение	Сизо-блестящий боб
Контроль	4,85	3,86	11,0	56,9	37,1	51,2
Обработка семян 60,1						
Ультрамаг Мо	4,99	3,90	13,9	69,0	49,9	60,1
Ультрамаг В	4,93	4,12	13,7		48,8	58,7
Обработка семян + листовая обработка в фазу 3 пары настоящих листьев						
Ультрамаг Мо	4,98	3,90	13,8	70,9	49,4	61,9
Ультрамаг В	4,92	4,14	14,2	64,9	50,5	60,6
Обработка семян + листовая обработка в фазу бутонизации						
Ультрамаг Мо	4,74	3,94	13,7	69,2	40,7	60,2
Ультрамаг В	4,94	4,03	12,9	64,4	46,2	59,1
Обработка семян + листовая обработка в фазы 3 пары настоящих листьев + бутонизация						
Ультрамаг Мо	4,97	4,05	14,8	68,6	51,1	58,7
Ультрамаг В	5,02	4,01	14,2	71,4	46,6	63,1

К фазе сизо-блестящего боба отмечено его снижение. Использование В способствовало увеличению синтеза азота клубеньками в вариантах опыта в среднем на 5,6%, Мо – на 2,3%.

Применение микроудобрений позволило увеличить накопление азота растениями в фазе цветения в среднем на 27,7 (Мо) и 25,5% (В), в фазе сизо-блестящего боба – на 22,0 и 16,8% соответственно. Наиболее интенсивно азот накапливался растениями в варианте с предпосевной обработкой семян В и последующими фолиарными обработками этим элементом в фазы 3-х пар настоящих листьев и бутонизации, увеличение относительно контроля составило 25,5%, а также в варианте с предпосевной обработкой семян Мо и последующей фолиарной обработкой в фазе 3-х пар настоящих листьев. Превышение над контролем составило 24,6%. В этих же вариантах азотфиксация была максимальной – 63,1% (В) и 61,9% (Мо).

В годы исследований установлены корреляционные связи между урожайностью семян и рядом показателей. Так, в 2024 г. (ГТК=1,23) урожайность семян была связана с сухой массой клубеньков ($r = 0,63$), а также с накоплением растениями азота ($r = 0,49$). Определена корреляционная зависимость между ЧПФ и сухой массой растения ($r=0,61$). В 2025 г. установлены взаимосвязи между урожайностью семян и ФП ($r = 0,89$), урожайностью семян и накоплением азота растениями ($r = 0,67$). Сухая масса клубеньков положительно коррелировала с накоплением растениями азота ($r = 0,66$).

Усиление ростовых процессов в растениях, фотосинтетической, азотфиксирующей деятельности в конечном итоге повлияло на урожайность семян люпина узколистного (табл. 4).

Таблица 4

Действие микроэлементов на формирование урожайности (т/га) люпина узколистного сорта Белорозовый 144

Вариант	2024 г	2025 г	Среднее	Прибавка
Контроль	1,41	2,01	1,71	
Обработка семян				
Ультрамаг Мо	1,61	2,21	1,91	+0,20
Ультрамаг В	1,64	2,22	1,93	+0,22
Обработка семян + листовая обработка в фазу 3 пары настоящих листьев				
Ультрамаг Мо	1,84	2,29	2,07	+0,36
Ультрамаг В	1,90	2,24	2,07	+0,36
Обработка семян + листовая обработка в фазу бутонизации				
Ультрамаг Мо	1,75	2,21	1,98	+0,27
Ультрамаг В	1,79	2,19	1,99	+0,28
Обработка семян + листовая обработка в фазы 3 пары настоящих листьев + бутонизация				
Ультрамаг Мо	2,08	2,09	2,09	+0,38
Ультрамаг В	1,70	2,20	1,95	+0,24
НСР ₀₅	0,14	0,08		

Наибольшая урожайность семян была сформирована растениями люпина узколистного в условиях 2025 г. Её значения варьировали в пределах 2,01...2,29 т/га, в 2024 г. – 1,41...2,08 т/га. В среднем за годы исследований микроудобрения Ультрамаг Мо, Ультрамаг В способствовали росту урожайности семян. Её значения возрастали по отношению к контролю в среднем на 17,7 и 16,1% соответственно.

Максимальной урожайностью (2,07 т/га) характеризовались варианты с предпосевной обработкой семян микроудобрением и последующей фолиарной обработкой в фазе 3-х пар настоящих листьев, а также вариант с обработкой семян Мо и последующими фолиарными обработками Мо в фазы 3-х пар настоящих листьев и бутонизации (2,09 т/га). Превышение над контролем составило соответственно 21,1 и 22,2%.

Заключение

Полученные данные позволили установить характер изменения ряда физиологических характеристик растений люпина узколистного после применения микроудобрений, содержащих молибден, бор, дать оценку их влияния на формирование урожайности семян. Повышение урожайности в результате применения разных схем использования микроэлементов обеспечивалось усилением синтеза сухого вещества разными органами растений, особенно интенсивным ростом корневой системы, улучшением деятельности фотосинтетической и азотфиксирующей систем. Степень влияния молибдена и бора на изучаемые показатели была различной.

Изучаемые микроудобрения и схемы их использования оказали положительное действие на продукционный процесс люпина узколистного. Во всех вариантах опыта сформировалась урожайность, превышающая контроль. Схемы, включающие листовые обработки Mo, B были более эффективны по сравнению с одной предпосевной обработкой.

Использование изучаемых препаратов для обработки семян и вегетирующих растений люпина узколистного создает основу для регулирования продукционных процессов различными приемами агротехники.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования в рамках Государственного задания ВНИИ люпина – филиала ФГБНУ «ФНЦ ВИК им. В.Р. Вильямса» по разделу FGGW-2025-0003 «Научная теория и биологические основы разработки адаптивных технологий производства высококачественных семян сортов нового поколения наиболее значимых сельскохозяйственных культур на базе оптимизации структуры их семенных агрофитоценозов с учетом агроэкологических требований возделывания в субъектах Российской Федерации».

Литература

1. Кислицына А.П., Попов Ф.А., Светлакова Е.В. и др. Оценка сортов люпина узколистного по урожайности и адаптивности в условиях Кировской области. // Аграрная наука Северо-Востока. – 2023. – № 2 (24). – С. 267-275. DOI: 10.30766/2072-9081.2023.24.2.267-275.
2. Ястребова А.В., Рябова Т.Н., Коконев С.И. Урожайность зерна люпина узколистного в зависимости от развития клубеньковых бактерий. // Кормопроизводство. – 2023. – № 8. – С. 7-9. DOI: 10.25685/krm.2023.8.2023.002
3. Персикова Т.Ф., Радкевич М.Л. Динамика накопления основных элементов питания в надземной биомассе в период вегетации и урожайность люпина узколистного в зависимости от макро-, микроудобрений, регуляторов роста растений и бактериальных удобрений. // Земледелие и растениеводство. – 2021. – № 1. – С. 14-18.
4. Яговенко Г.Л., Яговенко Т.В., Слесарева Т.Н., Зайцева Н.М., Мисникова Н.В. Использование новых форм удобрений для повышения урожайности и качества зерна люпина белого. // Зерновое хозяйство России. – 2022. – № 1. – С. 89-94. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-79-1-89-94
5. Зубарева К.Ю., Прудникова Е.Г. Влияние биопрепаратов на начальные ростовые процессы семян сои. // Вестник аграрной науки. – 2020. – № 5(86). – С. 33-38. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2020.5.33
6. Муравьев А.А., Кадыров С.В., Муравьева И.С. Формирование продуктивности и эффективности возделывания люпина белого различных сортов в условиях ЦЧР. // Вестник Воронежского ГАУ. – 2023. – № 16(4). – С. 22-23. DOI: 10.53914/issn2071-2243-2023-4-22
7. Агаркова С.Н., Беляева Р.В., Беляева Ж.А. Головина Е.В., Сулимов В.В., Павловская Н.Е., Коломейченко А.С. Продукционный процесс сортов люпина и его оптимизация путем использования регуляторов роста и развития. // Вестник Орел ГАУ. – 2012. – № 2(35). – С. 40-44.
8. Косолапов В.М., Яговенко Г.Л., Лукашевич М.И. и др. Люпин: селекция, возделывание, использование. – Брянск, ГУП «БОПО», – 2020. – 304 с.

References

1. Kislitsyna A.P, Popov F.A., Svetlakova E.V., Sofronova A.Yu. The assessment of blue lupine varieties according to productivity and adaptability in the conditions of Kirov region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2023, no. 2(24), pp. 267-275. DOI: 10.30766/2072-9081.2023.24.2.267-275 (In Russian)
2. Yastrebova A.V., Ryabova T.N., Kokonov S.I. The grain production of blue lupine affected by the growth of nodule bacteria. *Kormoproizvodstvo*, 2023, no. 8, pp. 7-9. DOI:10.25685/krm.2023.8.2023.002 (In Russian)
3. Persikova T.F., Radkevich M.L. Dynamics of the accumulation of the main nutrition elements in green biomass in the vegetation period and yield of narrow-leafed lupine depends on macro-, microfertilizers, growth regulators and bacterial fertilizers. *Zemledelie i rastenievodstvo*, 2021, no. 1, pp. 14 – 18. (In Russian)
4. Yagovenko G.L., Yagovenko T.V., Slesareva T.N., Zaitseva N.M., Misnikova N.V. Application of new forms of fertilizers to improve productivity and grain quality of white lupine. *Zernovoe khozyajstvo Rossii*, 2022, no. 1, pp. 89-94. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-79-1-89-94 (In Russian)
5. Zubareva K.Yu., Prudnikova E.G. The influence of biopreparations on the initial growth processes of soybean seeds. *Vestnik agrarnoj nauki*, 2020, no. 5(86), pp. 33-38. DOI:10.17238/issn2587-666X.2020.5.33 (In Russian)
6. Muravyov A.A., Kadyrov S.V., Muravyova I.S. Formation of productivity and efficiency of cultivation of white lupine varieties in the conditions of the Central Chernozem region. *Vestnik Voronezhskogo GAU*, 2023, no. 16(4), pp. 22-23. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2023_4_22 (In Russian)
7. Agarkova S.N., Belyaeva R.V., Belyaeva Zh.A. Golovina E.V., Sulimov V.V., Pavlovskaya N.E., Kolomejchenko A.S. Production process of lupine varieties and its optimization by use of growth and development regulators. *Vestnik Orel GAU*, 2012, no. 2(35), pp. 40-44. (In Russian)
8. Kosolapov V. M., Yagovenko G. L., Lukashevich M. I. et al. Lupin: breeding, cultivation, use. Bryansk, GUP «BOPO», 2020, 304 p. (In Russian)

ОТЗЫВЧИВОСТЬ ВИКООВСЯНОЙ СМЕСИ НА УДОБРЕНИЕ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ НА СЕНАЖ В ИЗМЕНЯЮЩЕМСЯ КЛИМАТЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

В.В. КОНОНЧУК, доктор сельскохозяйственных наук,

ORCID ID: 0009-0003-2321-4036, E-mail: vadimkononchuk@yandex.ru

С.М. ТИМОШЕНКО, кандидат сельскохозяйственных наук,

ORCID ID: 0009-0004-5761-1256

В.Д. ШТЫРХУНОВ, кандидат сельскохозяйственных наук,

В.Ф. КИРДИН, доктор сельскохозяйственных наук,

К.А. САВИНОВА, старший научный сотрудник, ORCID ID: 0000-0003-2444-4362

К.А. ПРОШИН, аспирант

ФГБНУ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «НЕМЧИНОВКА»

Аннотация. На дерново-подзолистой среднесуглинистой почве Центрального Нечерноземья средней окультуренности, в достаточной степени обеспеченной подвижным фосфором и калием, урожайность сухой сенажной массы викоовсяной смеси и показатели продуктивности максимального уровня 11,1-12,6 т/га с накоплением сырого протеина 1,7-1,9 т/га, обменной энергии 113-116 ГДж/га и выходом кормовых единиц 8,7-9,3 тыс./га обеспечивались сочетанием погодного фактора (ГТК за период посев-побурение бобов) 1,67-2,06 с применением $P_{70}K_{90}$ с осени под зябь или с добавлением к этому 30 кг/га N перед посевом, а питательность корма соответствовала первому – второму классам качества. Эффект взаимодействия факторов по сбору сырого протеина на 141% превышал сумму отдельных эффектов, что указывает на хорошо выраженный синергизм взаимодействия.

В засушливых условиях (ГТК 0,90) продуктивность уменьшалась на 28-58% в зависимости от показателя и для ее формирования требовалось увеличение дозы N до 50 кг/га, а питательная ценность корма снижалась до третьего класса.

Ключевые слова: вика яровая, смешанные посевы, удобрение, климат, Нечерноземная зона, продуктивность, сенажная масса.

Для цитирования: Конончук В.В., Тимошенко С.М., Штырхунов В.Д., Кирдин В.Ф., Савинова К.А., Прошин К.А. Отзывчивость викоовсяной смеси на удобрение при выращивании на сенаж в изменяющемся климате Центрального Нечерноземья. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2026. № 2 (58):134-142. DOI: 10.24412/2309-348X-2026-2-134-142

RESPONSE OF VETCH-OAT MIXTURE TO FERTILIZER WHEN GROWN FOR HILAGE IN THE CHANGING CLIMATE OF THE CENTRAL NON-BLACK EARTH REGION

**V.V. Kononchuk, S.M. Timoshenko, V.D. Shtyrkhunov, V.F. Kirdin,
K.A. Savinova, K.A. Proshin**

FSBSI FEDERAL RESEARCH CENTER «NEMCHINOVKA»

Abstract. On the sod-podzolic medium loamy soil of the Central Non-Chernozem region of average cultivation, sufficiently supplied with mobile phosphorus and potassium, the yield of dry silage mass of the vetch-oat mixture and the productivity indicators of the maximum level of 11.1-12.6 t/ha with the accumulation of crude protein of 1.7-1.9 t/ha, exchange energy of 113-116 GJ/ha and the yield of feed units of 8.7-9.3 thousand/ha were ensured by a combination of the weather

factor (HTC for the period of sowing-browning of beans) of 1.67-2.06 with the use of P70K90 in the fall under fall plowing or with the addition of 30 kg/ha of N before sowing, and the nutritional value of the feed corresponded to the first - second quality classes. The interaction effect of these factors on crude protein yield was 141% greater than the sum of the individual effects, indicating a pronounced synergistic interaction.

Under dry conditions (HTC 0.90), productivity decreased by 28-58% depending on the parameter. Reducing productivity required increasing the N dose to 50 kg/ha, while the nutritional value of the feed decreased to third-class.

Keywords: spring vetch, mixed crops, fertilizer, climate, Non-Chernozem zone, productivity, haylage mass.

Однолетние бобово-злаковые смеси являются традиционным и высокоэффективным источником получения объемистых кормов для молочного животноводства в регионе Центрального Нечерноземья. В структуре кормового конвейера они играют ключевую роль, позволяя заготавливать сенаж и зеленую массу в периоды между укосами многолетних трав. Согласно данным Федеральной службы государственной статистики, в последние годы площади под однолетними травами на кормовые цели в Центральном федеральном округе составляют более 250 тыс. га, с которых собирают около 218 тыс. ц объемистых кормов, что подтверждает их значимость для обеспечения кормовой базы региона [1].

Среди многообразия однолетних агрофитоценозов наибольшее распространение получили смешанные посевы яровой вики (*Vicia sativa L.*) с овсом (*Avena sativa L.*). Популярность данного агроценоза обусловлена хорошей адаптацией этих культур к почвенно-климатическим условиям региона, взаимным дополнением в использовании почвенных ресурсов и возможностью получения сбалансированного по протеину и энергии корма. Яровая вика обладает высокими кормовыми достоинствами: в сухом веществе зеленой массы, скошенной в период цветения, содержится до 20-22% сырого протеина, а белок богат незаменимыми аминокислотами. Кроме того, вика благодаря симбиозу с клубеньковыми бактериями, способна фиксировать атмосферный азот, накапливая в почве с пожнивными остатками от 50 до 100 кг/га азота, что повышает плодородие и снижает потребность в азотных удобрениях [2, 3].

Эффективность викоовсяных смесей подтверждена многолетними исследованиями, проведенными в ФИЦ «Немчиновка». Установлено, что оптимизация соотношения компонентов и подбор адаптированных сортов позволяют реализовать потенциал продуктивности смеси даже в сложных погодных условиях Нечерноземья. В частности, сорта вики селекции «Немчиновки» Уголек, Мега и овса Залп обеспечивают стабильный сбор сухой массы и высокое содержание протеина. В опытах последних лет показано, что в благоприятные по увлажнению годы урожайность сухой сенажной массы викоовсяной смеси может достигать 11-12 т/га с выходом кормовых единиц более 9 тыс./га и сбором сырого протеина до 1,9 т/га [2-5].

Значимость смешанных посевов вики со злаками подтверждается и исследованиями, выполненными в других регионах России. В условиях Красноярского края викоовсяные смеси обеспечивали получение 5,8 т/га сухой массы с содержанием протеина до 15,6%, превосходя по белковой продуктивности одновидовые посевы овса [6]. В Саратовской области применение минеральных удобрений и стимуляторов роста на викоовсяном агроценозе способствовало увеличению сбора протеина и обменной энергии на 18-25% [7]. На дерново-подзолистых почвах Европейского Севера включение вики в травосмеси также повышало качество корма, хотя абсолютный уровень урожайности здесь ниже из-за менее благоприятных климатических условий [8]. В Нечерноземной зоне эффективность внекорневых подкормок микроэлементами викоовсяной смеси доказана работами А.С. Васильева и др., что указывает на возможность дополнительного роста продуктивности за счет применения биостимуляторов [9].

Однако, в условиях нарастающей аридизации климата и увеличивающейся вариабельности погодных факторов Центрального Нечерноземья возникает необходимость

корректировки элементов технологии возделывания, в первую очередь системы удобрения. Если вопросы подбора сортов и норм высева для региона проработаны достаточно подробно, то влияние возрастающих доз минеральных удобрений на продуктивность и качество сенажной массы викоовсяной смеси в зависимости от уровня влагообеспеченности (величины ГТК) изучено недостаточно. Остается открытым вопрос о синергизме взаимодействия азотного удобрения и фактора увлажнения в формировании белковой продуктивности агроценоза, что особенно важно для разработки адаптивных технологий в условиях изменяющегося климата.

Цель исследований – установление оптимального сочетания удобрений для формирования высокой продуктивности сенажной массы викоовсяной смеси на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве Центрального Нечерноземья в разных условиях увлажнения.

Методика и условия исследования

Исследования проводили в 2017, 2019 и 2025 годах в краткосрочных полевых опытах на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве опытного поля ФИЦ «Немчиновка» в Новомосковском административном округе вблизи аэропорта «Внуково». После уборки предшественника (зерновые колосовые) в пахотном слое в разные годы содержалось гумуса 1,5-2,0%, P_2O_5 и K_2O (по Кирсанову 0,2 н. НСІ) 160-300 и 110-220 мг/кг соответственно (повышенная и высокая обеспеченность), pH_{KCl} варьировал в пределах слабокислого интервала, N_f 0,94-2,62 мг-экв/100 г, что указывает на средний уровень окультуренности при достаточной обеспеченности подвижным фосфором и калием (табл. 1).

Таблица 1

Агрохимическая характеристика почвы перед посевом.

Исходное состояние. Слой 0-20 см

Год	Показатель				
	Гумус, %	pH_{KCl}	N_f , мг-экв/100г	P_2O_5	K_2O
				мг/кг	
2017	1,6-1,8	5,7-6,7	1,61-2,41	160-260	110-180
2019	1,5-1,7	5,3-6,7	0,94-2,62	160-300	130-220
2025	1,8-2,0	5,4-5,6	1,90-2,20	161-224	144-166

Схемой опыта предусматривалось изучение влияние трех вариантов удобрения (РК, N_1PK , N_2PK) на урожайность и продуктивность сухой сенажной массы викоовсяной смеси на фоне двукратного применения биостимуляторов (Гумистим Zn, В в 2017 и 2019 гг., комплекс биостимуляторов ООО «Лебозол Восток» – Лебозол Молибден + Аминозол в 2025 г.) в составе баковой смеси с инсектицидами БИ-58 в 2017 году, Эфория 2019 г., фунгицидом Колосаль Про, КМ и инсектицидом Борей Нео, СК – в 2025 году.

В годы исследований дозы фосфорных и калийных удобрений изменялись в диапазоне 30-120 кг/га P_2O_5 , 30-150 кг/га K_2O , а в среднем составляли 70 и 90 кг/га соответственно, что поддерживало содержание подвижного фосфора и калия в почве в пределах высокой обеспеченности (V-группа) по принятым градациям в течение всего периода активной вегетации травосмеси. Доза азота (N_{aa}) в 2017 и 2019 гг. составляла 30 и 45 кг/га, в 2025 г. – 30 и 60 кг/га.

Для посева использовали семена крупносемянных сортов вики яровой Уголек (2017, 2019 гг.) и Мега (2025 г.) селекции ФИЦ «Немчиновка», введенные в состав селекционных достижений и разрешенные к использованию в Центральном федеральном округе РФ с 2012 г. и 2020 г., овес Залп в течение всех лет исследования.

Норма высева вики 1,20-1,25 млн/га, овса – 2,5-3,0 млн/га. Общая площадь делянки 40-80 м², учетная 27-36 м². Повторность четырехкратная.

Посев проводили в лучшие агротехнические сроки (с 20.04. по 08.05) сеялкой Amazone Д9 протравленными семенами на глубину 4-6 см.

Для протравливания семян вики в 2017 и 2019 гг. использовали Фундазол (2 кг/т), овса – Винцит Форте (1,2 л/т), в 2025 году – Синклер, СК (0,6 л/т) + Табу, ВСК (0,8 л/т) независимо от видовой принадлежности культуры. Семена вики за сутки до посева обрабатывали раствором молибденовокислого аммония, а в день посева ризоторфином с активным штаммом N₂ – фиксирующих бактерий производства ВНИИСХМ.

Учет урожая сплошной поделяночный с использованием мини косилки роторного типа, агрегируемой с мини трактором КМЗ. Результаты учетов урожая подвергались дисперсионному анализу по Б.А. Доспехову (1985) после пересчета на абсолютно сухую массу с учетом фактической влажности.

При закладке полевых опытов, проведении учетов и наблюдений использовали рекомендации, изложенные в руководствах «Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» (Федин, 1985) и «Опытное дело в полеводстве» (Никитенко, 1982).

Агрохимические анализы почвы и растений выполняли в сертифицированной лаборатории массовых анализов института по методикам и ГОСТам, принятым в Агрохимической службе. Содержание сырого протеина рассчитывали умножением концентрации общего азота в надземной массе бобового и злакового компонента на коэффициент 6,25. Содержание переваримого протеина, обменной энергии и кормовых единиц в конечном урожае рассчитывали по формулам, приведенным в «Методических указаниях...» (Сычев, Лепешкин, 2009).

Согласно данным метеостанции аэропорта «Внуково», метеорологические условия периода активной вегетации викоовсяной смеси в годы исследований отличались широким разнообразием. Наибольшей суммой осадков 292,7 мм против 203,8 мм по норме выделялся вегетационный период 2017 года, наименьшей 121,8 мм или 42% нормы – 2019 г., а в 2025 году сумма осадков составила 249,6 мм или + 22% к норме (табл. 2).

Таблица 2

Метеорологические условия периода активной вегетации викоовсяной смеси от посева до начала созревания бобов

Год	Срок вегетации	Показатель		
		Σ осадков, мм	Σ t > 10°C	ГТК по Селянинову
2017	08.05. - 08.08.	292,7	1420,1	2,06
2019	28.04. - 17.07.	121,8	1355,4	0,90
2025	20.04 - 24.07.	249,6	1493,5	1,67
Среднемноголетние		203,8	1418,4	1,44

Наибольшей суммой положительных температур характеризовался вегетационный период 2025 года 1493,5 °С или +75,1 °С к средней многолетней величине, а наименьшей – 1355,4 °С (-63,0 °С) – 2019 года. 2017 год по этому показателю был равен норме. Расчет величины гидротермического коэффициента (по Селянинову) показал, что период от посева до начала созревания зерна в 2017 году отличался избыточным увлажнением, в 2019 году – засушливостью, а в 2025 – нормальным уровнем увлажнения с ГТК соответственно 2,06, 0,90 и 1,67 (табл. 2). То же и в таблицах 3 и 6.

Результаты и обсуждение

Исследованиями установлено, что урожайность абсолютно сухой сенажной массы викоовсяной смеси под влиянием условий увлажнения и вариантов удобрения изменялась в пределах 7,32-12,55 т/га с долей вики 11-80%, а в среднем по опыту составляла 9,55 т/га и 46%. В ней накапливалось от 0,63 т/га до 1,92 т/га сырого и 0,30-1,39 т/га переваримого протеина, 61,2-116,0 ГДж/га обменной энергии или в среднем 1,23, 0,79 т/га и 87,6 ГДж/га.

Концентрация сырого протеина и энергии в надземной массе в годы исследований определялась соотношением компонентов, погодными условиями и варьировала в диапазоне 86-173 г/кг и 8,36-10,17 МДж/кг, составляя в среднем по опыту 126 г и 9,17 МДж/кг (табл. 3, 4).

В среднем за 3 года азот удобрений в дозах 30-50 кг/га N оказывал слабо выраженное положительное влияние на урожайность сухой массы, проявляя тенденцию ($\pm 3\%$) к ее увеличению главным образом за счет роста доли злакового компонента с 51% до 53-57%.

Таблица 3

Влияние удобрений на продуктивность сенажной массы викоовсяной смеси в разных метеорологических условиях

Показатель		Доза и сочетание удобрений								
		P ₇₀ K ₉₀			N ₃₀ P ₇₀ K ₉₀			N ₅₀ P ₇₀ K ₉₀		
		ГТК за период от посева до фазы «побурение бобов»								
		2,06	1,67	0,90	2,06	1,67	0,90	2,06	1,67	0,90
Урожайность, т/га *)		<u>8,41</u> 72	<u>12,55</u> 57	<u>7,32</u> 19	<u>11,11</u> 80	<u>8,42</u> 50	<u>9,08</u> 11	<u>11,64</u> 62	<u>8,21</u> 54	<u>9,19</u> 12
НСР ₀₅ , т/га					0,69	1,34	1,44			
Сбор протеина	Сырого **)	<u>1,24</u> 14,7	<u>1,71</u> 13,6	<u>0,63</u> 8,6	<u>1,92</u> 17,3	<u>1,09</u> 12,9	<u>0,91</u> 10,0	<u>1,47</u> 12,6	<u>1,07</u> 13,0	<u>1,01</u> 11,0
	Переваримого	0,84	1,13	0,30	1,39	0,70	0,50	0,93	0,69	0,59
Обменная энергия	МДж/кг	9,51	9,24	8,36	10,17	9,09	8,64	9,29	9,10	8,81
	ГДж/га	80,0	116,0	61,2	113,0	76,5	78,5	108,1	74,1	81,0
Кормовые единицы, тыс.		6,16	8,68	4,14	9,31	5,62	5,49	8,14	5,51	5,78

Примечание: *) в знаменателе – доля вики, %, **) содержание, г/кг. То же и в таблицах 4-6

Таблица 4

Продуктивность сухой сенажной массы викоовсяной смеси. Среднегодовые показатели за 2017, 2019 и 2025 гг.

Урожайность, т/га	Выход кормовых единиц, тыс.	Накопление протеина, т/га		Накопление обменной энергии, ГДж/га *)
		Сырого	Переваримого	
<u>9,55</u> 46	<u>6,54</u> 0,68	<u>1,23</u> 126	0,79	<u>87,6</u> 9,17

Примечание: *) в знаменателе – концентрация ОЭ, МДж/кг

Влияние N-удобрения на показатели продуктивности выразилось логарифмической кривой с максимумом в варианте меньшей из изучаемых доз N, где выход кормовых единиц, сбор сырого и переваримого протеина, накопление обменной энергии характеризовались величинами максимального уровня, равными соответственно 6,81 тыс., 1,31 и 0,86 т/га, 89,3 ГДж/га. Как отсутствие внесения N, так и повышения дозы его до 50 кг/га приводило к уменьшению величины рассматриваемых показателей в первом случае на 4-12%, во втором – на 2-14%. В наибольшей степени (на 9-12% и на 10-14%) снижался сбор сырого и переваримого протеина, что связано с заметным (на 11-12 г/кг и на 9-14 г/кг) уменьшением концентрации их в корме (табл. 5)

Таблица 5

Влияние предпосевного внесения возрастающих доз азота на продуктивность сенажной массы викоовсяной смеси. Среднегодовые показатели 2017, 2019, 2025 гг.

Показатель		Доза азота, кг/га		
		0	30	50
Урожайность, т/га		<u>9,43</u> 49	<u>9,54</u> 47	<u>9,68</u> 43
Сбор протеина, т/га	Сырого	<u>1,19</u> 123	<u>1,31</u> 134	<u>1,18</u> 122
	Переваримого	<u>0,76</u> 81	<u>0,86</u> 90	<u>0,74</u> 76
Накопление обменной энергии	МДж/кг	9,04	9,30	9,07
	ГДж/га	85,7	89,3	87,7
Выход кормовых единиц, тыс.		<u>6,33</u> 0,67	<u>6,81</u> 0,71	<u>6,48</u> 0,67

Таблица 6

Влияние условий увлажнения на продуктивность сухой сенажной массы викоовсяной смеси. В среднем по вариантам удобрения

Показатель		Гидротермический коэффициент (ГТК)		
		2,06	1,67	0,90
Урожайность, т/га		<u>10,39</u> 71	<u>9,73</u> 54	<u>8,53</u> 14
Сбор протеина, т/га	Сырого	<u>1,54</u> 149	<u>1,29</u> 132	<u>0,85</u> 99
	Переваримого	<u>1,05</u> 101	<u>0,84</u> 86	<u>0,46</u> 54
Накопление обменной энергии	МДж/кг	9,66	9,14	8,60
	ГДж/га	100,4	88,9	73,6
Выход кормовых единиц, тыс.		<u>7,87</u> 0,76	<u>6,60</u> 0,68	<u>5,14</u> 0,60

Таким образом, по результатам трехлетнего исследования, предпосевное внесение N₃₀ на фоне P₇₀K₉₀ оказалось агрономически наиболее эффективным, обеспечившем получение в среднем 9,54 т/га сухой массы с накоплением 1,31 т/га сырого, 0,86 т/га переваримого протеина и 89,3 ГДж обменной энергии.

Влияние условий увлажнения на урожайность сухой массы и ее продуктивность в сравнении с воздействием азотного удобрения было более выраженным. В среднем по вариантам удобрения наименьшая урожайность сухой массы в смешанном посеве вики с овсом и величины показателей продуктивности создавались в засушливых условиях (ГТК 0,90) и составляли соответственно 8,53, 0,85 и 0,46 т/га (сырой и переваримый протеин), 5,14 тыс. и 73,6 ГДж/га (выход кормовых единиц и накопление обменной энергии). Это связано с существенным падением доли вики в урожае, концентрации протеина и энергии в расчете на 1 кг корма при засухе.

Улучшение условий увлажнения с ростом ГТК до 1,67 или на 16% выше нормы сопровождалось повышением урожайности до 9,73 т/га (+14%), сбора сырого и переваримого протеина до 1,29 т/га и до 0,84 т/га (+52% и +83%), выхода кормовых единиц и накопления обменной энергии соответственно до 6,60 тыс./га и до 88,9 ГДж/га (+28 и 21%). Но самые высокие величины урожайности сухой массы и показателей продуктивности обеспечивались при увеличении ГТК до 2,06 (высокое увлажнение). При этом в среднем по вариантам удобрения размеры сбора сухой массы с 1 га достигали 10,39 т/га (+22%), сырого

и переваримого протеина соответственно 1,54 и 1,05 т/га (+81% и +128%), выхода кормовых единиц и накопления обменной энергии 7,87 тыс./га и 100,4 ГДж/га (+53% и +36%).

Отмеченные положительные изменения показателей продуктивности происходили вследствие повышения доли вики в урожае до 54 и 71%, сопровождающейся ростом концентрации протеина в ней с 99 и 54 г/кг до 132-149 г/кг и до 86-101 г/кг (+33-50% и +59-87%), содержания кормовых единиц и обменной энергии в расчете на 1 кг корма на 0,08-0,16 к.е./кг и на 0,54-1,06 МДж/кг (+13-27% и +6-12%) соответственно (табл. 6).

Следовательно, неперемным условием формирования высокой продуктивности сенажной массы викоовсяной смеси помимо внесения небольших «стартовых» доз азота (не более 30 кг/га N) является наличие близкого к норме либо высокого уровня увлажнения на протяжении вегетационного периода (посев-начало созревания бобов вики).

Для снижения рисков недобора урожая при отсутствии долгосрочного прогноза состояния метеорологических условий на вегетационный период необходимо расширение видового разнообразия бинарных посевов однолетних трав за счет дополнительных посевов зернобобовых культур, отличающихся относительной засухоустойчивостью, например – люпино-овсяной смеси с участием сладкого сорта люпина узколистного детерминантного типа Деко 2 [3].

Только сочетание этих двух факторов на фоне применения биостимуляторов по вегетации обеспечило максимальное накопление сырого и переваримого протеина урожаем в пределах 1,92 и 1,39 т/га, выход кормовых единиц более 9 тыс./га при близких к максимуму величинах урожайности и накопления обменной энергии 11,11 т/га и 113,0 ГДж/га (88% и 97%), а питательная ценность корма соответствовала нормативу высшего класса качества (табл. 3). При этом выявляется хорошо выраженный синергизм взаимодействия азотного удобрения с фактором увлажнения. Если сумма отдельных эффектов их влияния на сбор сырого протеина составила 91% (10+81%), а переваримого 141% (13+128%), то эффекты взаимодействия их были значительно выше и составляли соответственно 205% и 363% за счет проявления синергического эффекта, равного 114% (205%-91%) и 222% (363%-141%).

Заключение

На достаточно (IV-V класс) обеспеченной фосфором и калием дерново-подзолистой среднесуглинистой почве Центра Нечерноземной зоны РФ продуктивность викоовсяной смеси при выращивании на сенаж более 11 т/га сухой массы с выходом кормовых единиц 9,31 тыс./га, накоплением сырого протеина 1,92 т/га и обменной энергии 113 ГДж/га может быть достигнута в условиях высокого увлажнения (ГТК 2,06) при внесении с осени под зябь поддерживающих доз РК-удобрений не ниже 70 и 90 кг/га каждого элемента и 30 кг/га N весной перед посевом.

В условиях нормального увлажнения (ГТК 1,67) для формирования близкого уровня продуктивности, равного 12,6 т/га сухой массы с накоплением в ней 8,7 тыс. кормовых единиц 1,71 т/га сырого протеина (93 и 89% от достигнутого максимума) и 116 ГДж/га обменной энергией было достаточно основного удобрения (P₇₀K₉₀).

Повышение дозы предпосевного внесения азота до 50 кг/га независимо от условий увлажнения приводило к уменьшению продуктивности по выходу кормовых единиц на 13-41%, по накоплению сырого протеина на 32-43% обменной энергии на 28-34% при снижении урожайности сухой массы на 7-26% с наиболее выраженным отрицательным эффектом в засушливых условиях (ГТК 0,90).

Работа выполнена по Государственному заданию: «Создание перспективных сортов узколистного люпина и яровой вики, совершенствование технологий возделывания вики яровой в чистых и смешанных посевах применительно к условиям Центрального Нечерноземья, обеспечивающих получение сбалансированных по энергии и протеину объемистых и концентрированных кормов для нужд животноводства и птицеводства» № регистрации 1023081800008-1-4.1.6.

Литература

1. Федеральная служба государственной статистики. Посевные площади сельскохозяйственных культур в Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy (дата обращения: 05.03.2026).
2. Тимошенко С.М., Конончук В.В., Штырхунув В.Д., Кирдин В.Ф., Тулинова Е.А., Щуклина О.А., Конорев П.М., Беляев Е.В. Продуктивность сенажной массы однолетних бобово-злаковых смесей в зависимости от состава и элементов агротехнологии в условиях климатических изменений в Центральном Нечерноземье. // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2025. – № 3 (55). – С. 67-79. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-3-5-67-79.
3. Конончук В.В., Тимошенко С.М., Штырхунув В.Д., Благовещенский Г.В., Назарова Т.О., Меднов А.В., Кабашов А.Д. Продуктивность вико-злаковых смесей на сенаж и зерно в зависимости от состава и удобрений в разных погодных условиях Центрального Нечерноземья. // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2020. – № 4 (36). – С. 78-83. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-1-87-96.
4. Матвеев К.А., Гончаров А.В., Меднов А.В., Вольпе А.А., Симонов В.Ю. Урожайность зеленой массы и зерна яровой вики в совместных посевах с разными разновидностями овса. // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2025. – № 2 (54). – С. 49-57. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-2-49-57.
5. Дебелый Г.А., Кирдин В.Ф., Каланчина А.С., Гончаров А.В. Продуктивность яровой вики в зависимости от нормы высева в чистом и смешанных с овсом посевах. // *Земледелие*. – 2016. – № 1. – С. 29-32.
6. Безгодова И.Л., Коновалова Н.Ю. Продуктивность и питательная ценность однолетних бобово-злаковых агрофитоценозов при уборке на кормовые цели. // *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*. – 2025. – № 2. – С. 67-76. DOI: 10.36718/1819-4036-2025-2-67-76.
7. Логаева О.А., Смолин Н.В., Потапова Н.В., Волгин В.В., Блинов Д.Т. Особенности формирования урожайности вико-овсяной смеси в зависимости от погодных условий и средств химизации. // *Аграрный научный журнал*. – 2024. – № 11. – С. 35-41. <https://doi.org/10.28983/asj.y2024i11pp35-41>
8. Чеботарев Н.Т., Броварова О.В. Влияние длительного применения органических и минеральных удобрений на агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы и продуктивность однолетних трав в кормовом севообороте Европейского Севера. // *Агрохимия*. – 2023. – № 3. – С. 53-59. DOI: 10.31857/S0002188123030031.
9. Васильев А.С., Лебедев Н.В., Лебедева П.М. Эффективность внекорневых подкормок вико-овсяной смеси хелатными формами микроэлементов в условиях северной части Центрального Нечерноземья. // *Кормопроизводство*. – 2022. – № 2. – С. 16-21. DOI: 10.25685/krm.2023.2.2023.003.

References

1. Federal State Statistics Service. Agricultural crop areas in the Russian Federation [Electronic resource]. URL: https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy (date of access: 05.03.2026).
2. Timoshenko S.M., Kononchuk V.V., Shtyrkhunov V.D., Kirdin V.F., Tulinova E.A., Shchuklina O.A., Konorev P.M., Belyaev E.V. Silage productivity of annual legume-cereal mixtures depending on the composition and elements of agricultural technology under climate change in the Central Non-Black Earth Region. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2025, no. 3 (55), pp. 67-79. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-3-5-67-79.
3. Kononchuk V.V., Timoshenko S.M., Shtyrkhunov V.D., Blagoveshchensky G.V., Nazarova T.O., Mednov A.V., Kabashov A.D. Productivity of vetch-cereal mixtures for haylage and grain depending on the composition and fertilizers in different weather conditions of the Central Non-Black Earth Region. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2020, no. 4 (36), pp. 78-83. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-1-87-96.
4. Matveenko K.A., Goncharov A.V., Mednov A.V., Volpe A.A., Simonov V.Yu. Yield of green mass and grain of spring vetch in joint crops with different varieties of oats. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2025, no. 2 (54), pp. 49-57. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-2-49-57.

5. Debely G.A., Kirdin V.F., Kalanchina A.S., Goncharov A.V. Productivity of spring vetch depending on the seeding rate in pure crops and crops mixed with oats. *Agriculture*, 2016, no. 1, pp. 29-32.
6. Bezgodova I.L., Konovalova N.Yu. Productivity and nutritional value of annual legume-cereal agrophytocenoses during harvesting for forage purposes. *Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University*, 2025, no. 2, pp. 67-76. DOI: 10.36718/1819-4036-2025-2-67-76.
7. Logaeva O.A., Smolin N.V., Potapova N.V., Volgin V.V., Blinov D.T. Features of the formation of the yield of vetch-oat mixture depending on weather conditions and chemicals. *Agrarian scientific journal*, 2024, no.11, pp. 35-41. <https://doi.org/10.28983/asj.y2024i11pp35-41>
8. Chebotarev N.T., Brovarova O.V. Effect of long-term use of organic and mineral fertilizers on the agrochemical properties of sod-podzolic soil and the productivity of annual grasses in the forage crop rotation of the European North. *Agrochemistry*, 2023, no. 3, pp. 53-59. DOI: 10.31857/S0002188123030031.
9. Vasiliev A.S., Lebedev N.V., Lebedeva P.M. Efficiency of foliar feeding of vetch-oat mixture with chelated forms of microelements in the northern part of the Central Non-Black Earth Region. *Forage production*, 2022, no. 2, pp. 16-21. DOI: 10.25685/krm.2023.2.2023.003.

ГИДРОТЕРМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ, ПРОТЕИНОВОЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ПИТАТЕЛЬНОСТИ ЛЮПИНО-ЗЛАКОВЫХ АГРОЦЕНОЗОВ

А.В. МЕДНОВ, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0002-5959-3248

А.А. ВОЛЬПЕ, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0001-9469-7248

ФГБНУ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «НЕМЧИНОВКА»

Москва, Е – mail: agrokokino@yandex.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследований влияния гидротермического коэффициента увлажнения (ГТК) Г. Т. Селянинова на урожайность зерна люпина узколистного за годы исследований в одновидовых и бинарных посевах. За рассматриваемый период гидротермический коэффициент по годам исследований варьировал от 0,83 (засушливый, 2014) до 2,03 (переувлажненный, 2015 год). Установлено, что одновидовые посевы люпина узколистного и злаковых культур яровой пшеницы Злата и ячменя Раушан формировали наибольшую зерновую продуктивность в годы с оптимальным или избыточным увлажнением (ГТК 1,59, 2,01 и 2,03). Зерновая продуктивность узколистного люпина составила 19,8-28,3 ц/га с накоплением 6,8-10,4 ц/га сырого протеина с энергетической питательностью 26,2-37,6 ГДж/га обменной энергии. В одновидовых посевах яровой пшеницы и ячменя зерновая продуктивность составила 36,9-44,5 ц/га с выходом сырого протеина 4,7-6,2 ц/га и обменной энергией 44,6-50,0 ГДж/га. Лучшими вариантами бинарных посевов с ячменем является Раушан + Фазан с урожайностью зерна смеси 38,5-39,4 ц/га и в т. ч. люпина 15,5-15,9 ц/га. Сбор сырого протеина составил 9,37-9,74 ц/га и выходом обменной энергии 49,9-50,9 ГДж/га. Бинарные посевы с яровой пшеницей показали лучший результат в варианте Злата + Дикаф 14 с урожайностью зерна 37,9-40,4 ц/га, в т. ч. 18,3-18,9 ц/га. Выход сырого протеина составил 9,66-10,3 ц/га и обменной энергии 49,2-52,4 ГДж/га.

Ключевые слова: одновидовые и бинарные посевы, урожайность зерна, сырой протеин, обменная энергия, люпин узколистный, злаковые культуры.

Для цитирования: Меднов А.В., Вольпе А.А. Гидротермические условия как фактор формирования урожайности, протеиновой и энергетической питательности люпино-злаковых агроценозов. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2026. № 2 (58):143-150. DOI: 10.24412/2309-348X-2026-2-143-150

HYDROTHERMAL CONDITIONS AS A FACTOR IN THE FORMATION OF CROP YIELD, PROTEIN AND ENERGY NUTRITIONAL VALUE OF LUPINE-CEREAL AGROCENOSES

A.V. Mednov, A.A. Vol'pe

FSBSI FEDERAL RESEARCH CENTER «NEMCHINOVKA»

Abstract. This article presents the results of a study examining the effect of G. T. Selyaninov's hydrothermal moisture coefficient (HMC) on the grain yield of narrow-leaved lupine over the years of research in single-species and binary crops. Over the period under review, the hydrothermal moisture coefficient varied between 0.83 (drought, 2014) and 2.03 (waterlogged, 2015). It was found that single-species crops of narrow-leaved lupine and the cereal crops "Zlata" spring wheat and "Raushan" barley produced the highest grain productivity in years with optimal or excessive moisture (HMC 1.59, 2.01, and 2.03). The grain productivity of narrow-leaved lupine was 19.8-

28.3 c/ha with the accumulation of 6.8-10.4 c/ha of crude protein with the energy value of 26.2-37.6 GJ/ha of exchangeable energy. In single-species crops of spring wheat and barley, the grain productivity was 36.9-44.5 c/ha with the yield of crude protein of 4.7-6.2 c/ha and exchangeable energy of 44.6-50.0 GJ/ha. The best variants of binary crops with barley are "Raushan" + "Pheasant" with a grain yield of the mixture of 38.5-39.4 c/ha, including lupine 15.5-15.9 c/ha. The crude protein yield was 9.37-9.74 c/ha and the exchangeable energy yield was 49.9-50.9 GJ/ha. Binary crops with spring wheat showed the best result in the "Zlata" + "Dikaf 14" variant with a grain yield of 37.9-40.4 c/ha, including 18.3-18.9 c/ha. The crude protein yield was 9.66-10.3 c/ha and the exchangeable energy was 49.2-52.4 GJ/ha.

Keywords: single-species and binary crops, grain yield, crude protein, exchange energy, narrow-leaved lupine, cereal crops.

Введение

Вся история селекции культуры люпина связана с естественным и искусственным мутагенезом. В результате разработки методов и способов отбора мутаций выведены сорта узколистного люпина, обладающие хозяйственно-ценными признаками: малоалкалоидные, белыми мягкокожурными семенами, с нерастрескивающимися бобами, раноцветущие и другие с высокой урожайностью зерна. В отличие от сорта Кристалл сорт Фазан не образует симподиальных (в верхней части стебля) ветвей, поэтому созревает раньше и в силу морфобиологических особенностей должен высеваться с повышенной нормой высева 1,6-2 млн. всхожих зерен на 1 га. При стандартной норме высева 1,2 млн. всхожих зерен на 1 га сорт Фазан не проявляет всех своих преимуществ [1].

Узколистный люпин наряду с викой яровой и горохом, широко представленными в смешанных посевах в Центральном регионе России, должен занять лидирующие позиции в посевах для производства объемистых и концентрированных кормов для молочного животноводства. Выведенные сорта узколистного люпина нашей селекции детерминантного типа (Ладный, Фазан, Деко 2) для Нечерноземной зоны РФ, ее Центральных, Северных и Северо-Восточных областей являются наиболее перспективной зернобобовой культурой в этом отношении которые можно возделывать до полной спелости за 85 дней даже на широте Котласа. Подобранные сорта люпина узколистного и зерновых колосовых культур позволяют получать толерантные бинарные посева, которые характеризуются высоким урожаем зерна, обменной энергии и сырого протеина.

Однолетние бобовые и злаковые кормовые растения обеспечивают от 1/3 до 1/2 кормового баланса по регионам Нечерноземной зоны. Среди однолетних бобовых культур отличается сравнительно невысокой, но стабильной урожайностью семян и вегетативной массы яровая вика. Обладая большим фенотипическим морфобиологическим разнообразием, она формирует урожай вегетирующих растений в разные сроки и возделывается на кормовые цели в основных и промежуточных посевах (поукосных, пожнивных, повторных). Для растений яровой вики характерен хорошо облиственный, длительное время негрубеющий стебель с мелкими опущенными листьями, формирующего вегетативную массу на зеленый корм, приготовления сена, сенажа, силоса, зерносенажа [2].

Российское животноводство в настоящее время испытывает дефицит сбалансированных по протеину и энергии объемистых и концентрированных кормов вследствие низких площадей посева многолетних бобовых трав, зернобобовых культур как в чистых, так и в смешанных посевах [3, 4, 5].

В регионах с развитым молочным животноводством, расположенных севернее линии Смоленск – Калуга – Рязань, только люпин узколистный в сочетании с яровой викой и горохом может стать гарантом стабильного производства сбалансированных по энергии и протеину объемистых и концентрированных кормов. Это, в свою очередь, повлечет за собой ускорение процесса восстановления поголовья молочного стада, снижение импорта продуктов переработки молока, вследствие увеличения производства собственной продукции [6, 7, 8, 9].

Использование импортной сои и продуктов ее переработки для балансировки кормов по протеину приводит к росту себестоимости конечного продукта, ухудшает экономику его производства. Поэтому необходимо существенно расширить посевы бобовых культур в целом и зернобобовых – в частности, как в стране, так и в Центральном Нечерноземье, специализирующемся на производстве мясомолочной продукции, с целью доведения их площадей до научно обоснованного уровня в 40-45% севооборотной площади, совершенствовать технологию их возделывания в соответствии с региональными особенностями.

Цель исследования – изучение одновидовых и бинарных посевов люпино – злаковых смесей различного состава на урожайность зерна, выход сырого протеина и обменной энергии в Московском регионе Нечерноземной зоны РФ

Материалы и методы исследований

Исследование проводили в течение 2011-2015 годов в селекционном севообороте ФИЦ «Немчиновка» в Новомосковском административном округе. Материалом для исследований служили сорта люпина узколистного и злаковых культур селекции ФИЦ «Немчиновка», включенных в Государственный реестр селекционных достижений РФ. Фенологические наблюдения и учет зерна определяли согласно «Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» (1989).

Посев в опытах проходил в оптимальные сроки сеялкой ССК – 6-10. Полевые опыты закладывались на делянках по 10 м² в 4 – х кратной повторности. Расположение вариантов – систематическое последовательное. Учет урожайности зерна осуществлялся путем прямого комбайнирования селекционным комбайном Хеge – 125 при наступлении полной спелости зерна с влажностью не выше 15-16%. Полученное зерно приводили к стандартной влажности 14% и 100% чистоте.

Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая, подстилаемая суглинистой мореной. Пахотный (0-20см) слой характеризуется высокой обеспеченностью подвижным фосфором и калием с содержанием гумуса 1,5%, что указывает на средний уровень окультуренности.

Результаты и обсуждение

Гидротермический коэффициент увлажнения (ГТК) по Г.Т. Селянинову, рассчитанный за вегетационный период от всходов до созревания зерна, позволяет оценить изменение климатических условий в ходе исследований (табл. 1). Согласно полученным данным, 2011 и 2014 годы характеризовались как засушливые (ГТК – 0,83 и 0,94), 2012 год – близкий к среднемноголетнему значению (ГТК – 1,59), 2013 и 2015 годы – переувлажнённые (ГТК – 2,01 и 2,03). В засушливые годы повышенный температурный режим и дефицит осадков в критические фазы развития растений (цветение – образование бобов, налив зерна) не позволили сформировать высокую урожайность зелёной массы и зерна.

Средняя урожайность зерна одновидовых посевов люпина узколистного по сортам за годы исследований составила 18,2-20,8 ц/га (табл. 1). Установлена тесная корреляционная связь между ГТК и продуктивностью растений, выходом сырого протеина и обменной энергией (коэффициенты корреляции более 0,90). При этом все три показателя (урожайность зерна, сбор сырого протеина и выход обменной энергии) мультиколлинеарны между собой. Максимальные показатели зафиксированы у сортов Ладный и Дикаф 14 в оптимальном по увлажнению 2012 году (ГТК – 1,59): урожайность зерна – 26,0 и 28,3 ц/га, сбор сырого протеина – 10,4 и 9,9 ц/га, выход обменной энергии – 37,6 и 34,6 ГДж/га соответственно. В переувлажнённые годы (2013, 2015, ГТК – 2,01 и 2,03) урожайность зерна снижалась: у сорта «Ладный» до 19,8 и 20,1 ц/га, у сорта Дикаф 14 – до 20,2 и 21,4 ц/га. Сорта Деко 2 и Фазан в условиях оптимального и избыточного увлажнения формировали урожайность зерна на уровне 20,0-22,4 ц/га с выходом сырого протеина 5,9-7,5 ц/га и обменной энергии 27,0-29,7 ГДж/га. Средний за годы исследований выход сырого протеина по сортам составил 6,0-6,9 ц/га, обменной энергии – 24,1-27,5 ГДж/га.

Урожайность зерна, сбор протеина и обменной энергии в одновидовых посевах сортов узколистного люпина по годам исследований, ц/га

Культура, сорт	Год	ГТК	Урожайность зерна, ц/га	Сырой протеин, ц/га	Выход обменной энергии, ГДж/га
Люпин узколистный Ладный, st	2011	0,94	17,9	5,9	23,6
	2012	1,59	26,0	9,9	34,6
	2013	2,01	20,1	5,9	26,4
	2014	0,83	12,7	4,3	16,8
	2015	2,03	19,8	6,6	26,2
В среднем			19,3	6,5	25,5
Люпин узколистный Дикаф 14	2011	0,94	17,5	5,8	23,1
	2012	1,59	28,3	10,4	37,6
	2013	2,01	21,4	6,5	28,1
	2014	0,83	16,8	5,2	22,1
	2015	2,03	20,2	6,8	26,7
В среднем			20,8	6,9	27,5
Люпин узколистный Фазан	2011	0,94	15,1	4,7	20,0
	2012	1,59	22,3	8,3	29,7
	2013	2,01	22,4	7,2	29,5
	2014	0,83	13,9	4,9	18,4
	2015	2,03	23,5	8,3	31,2
В среднем			19,4	6,7	25,7
Люпин узколистный Деко 2	2011	0,94	14,7	4,6	19,3
	2012	1,59	20,0	7,5	27,4
	2013	2,01	21,7	5,9	28,3
	2014	0,83	14,1	4,8	18,5
	2015	2,03	20,5	7,3	27,0
В среднем			18,2	6,0	24,1
НСР₀₅			2,6		

Анализ данных таблицы 1 свидетельствует, что как при снижении количества осадков (ГТК > 1), так и при значительном его увеличении (ГТК < 1) происходит закономерное снижение зерновой продуктивности растений люпина узколистного, а также уменьшение сбора сырого протеина и выхода обменной энергии с 1 га.

Фенологические наблюдения показали, что в экстремально засушливые годы вегетационный период сокращается на 5-7 суток за счёт уменьшения межфазных интервалов: всходы – цветение, цветение – образование бобов, налив зерна – созревание. В годы с избыточным увлажнением продолжительность вегетационного периода увеличивается на 2-4 суток вследствие удлинения межфазных периодов, при этом урожайность снижается из-за возрастания фитосанитарной нагрузки на растения.

В одновидовых посевах злаковых культур (яровая пшеница и ячмень) за пять лет исследований существенных сортовых различий по урожайности зерна, сбору сырого протеина и выходу обменной энергии не выявлено (табл. 2). Средняя урожайность зерна яровой пшеницы Злата составила 33,0 ц/га. В засушливые 2011 и 2014 годы (ГТК – 0,94 и 0,83) этот показатель снижался до 25,8 и 24,0 ц/га; у ячменя Раушан – до 21,9 и 22,4 ц/га. В оптимальном по влагообеспеченности 2012 году урожайность пшеницы достигла 36,9 ц/га, ячменя – 40,5 ц/га. В переувлажнённые годы (2013, 2015, ГТК – 2,01 и 2,03) урожайность пшеницы составила 38,1 и 40,4 ц/га, ячменя – 38,9 и 44,5 ц/га. Максимальный сбор сырого

Таблица 2

**Урожайность зерна, сбор протеина и обменной энергии в одновидовых посевах сортов
 злаковых культур по годам исследований, ц/га**

Культура, сорт	Год	ГТК	Урожайность зерна, ц/га	Сырой протеин, ц/га	Выход обменной энергии, ГДж/га
Яровая пшеница Злата	2011	0,94	25,8	3,7	31,4
	2012	1,59	36,9	5,1	44,6
	2013	2,01	38,1	4,7	45,3
	2014	0,83	24,0	3,3	29,1
	2015	2,03	40,4	5,7	49,1
В среднем			33,0	4,5	44,9
Ячмень Раушан	2011	0,94	21,9	3,0	26,6
	2012	1,59	40,5	5,1	48,4
	2013	2,01	38,9	5,4	47,2
	2014	0,83	22,4	3,0	27,0
	2015	2,03	44,5	6,2	54,0
В среднем			33,6	4,5	40,6
НСР₀₅			2,0		

Полученные данные (табл. 2) указывают, что увеличение количества осадков в фазу кущения и выхода в трубку способствовало росту числа продуктивных стеблей у яровой пшеницы на 3,2% в 2013 г. и на 8,7% в 2015 г. Повышение урожайности зерна привело к увеличению выхода обменной энергии на 0,7 ГДж/га (2013 г.) и на 4,5 ГДж/га (2015 г.) по сравнению с оптимальным 2012 г. У ячменя Раушан в 2015 г. отмечено увеличение урожайности на 4,0 ц/га, при этом сбор сырого протеина и выход обменной энергии составили 6,2 ц/га и 54,0 ГДж/га, что на 1,1 ц/га и 5,4 ГДж/га выше показателей оптимального года.

В таблицах 3 и 4 приведены результаты по урожайности зерна, сбору протеина и обменной энергии в бинарных посевах люпина узколистного с яровой пшеницей и ячменём.

Для бинарных посевов люпина и ячменя наиболее благоприятные условия сложились в годы с оптимальным и избыточным увлажнением (ГТК – 1,59; 2,01; 2,03). Максимальная урожайность зерносмеси в 2012 г. варьировала по сортам от 30,4 до 39,4 ц/га, в переувлажнённые годы (2013, 2015) – от 32,7 до 38,5 ц/га. В переувлажнённые годы отмечено повышение урожайности зерна люпина в смеси на 0,4-1,5 ц/га. Сбор сырого протеина зависел от состава компонентов смеси: в годы с оптимальным и избыточным увлажнением он составил 7,42-9,74 ц/га при выходе обменной энергии 39,4-50,9 ГДж/га. В засушливые годы урожайность зерносмеси снижалась до 17,4-20,4 ц/га, сбор протеина – до 3,4-5,22 ц/га, обменной энергии – до 22,5-27,7 ГДж/га.

Урожайность зерна, сбор протеина и обменной энергии в смешанных посевах сортов узколистного люпина с ячменем Раушан, ц/га

Культура, сорт	Год	Урожайность зерна, ц/га			Сырой протеин, ц/га	Обменная энергия, ГДж/га
		Смеси	Ячмень	Люпин		
Люпин узколистный Ладный + ячмень Раушан	2011	18,4	13,1	6,3	4,56	23,8
	2012	30,4	19,7	10,7	7,72	39,4
	2013	33,5	20,8	12,7	8,27	43,4
	2014	19,4	14,2	5,2	4,85	25,1
	2015	35,8	21,6	14,2	8,73	46,3
В среднем		27,5	17,7	9,8	6,82	35,6
Люпин узколистный Дикаф 14 + ячмень Раушан	2011	19,0	11,5	7,5	3,4	23,8
	2012	38,6	27,3	11,3	9,65	50,0
	2013	34,9	22,9	12,0	8,34	45,2
	2014	20,8	11,9	8,9	5,15	26,9
	2015	37,4	21,3	16,1	9,01	48,4
В среднем		30,1	19,0	11,1	7,25	38,9
Люпин узколистный Фазан + ячмень Раушан	2011	17,4	11,5	5,9	4,22	22,5
	2012	39,4	23,9	15,5	9,37	50,9
	2013	32,7	16,8	15,9	8,53	42,5
	2014	21,4	13,8	7,6	5,22	27,7
	2015	38,5	25,1	13,4	9,74	49,9
В среднем		29,8	18,2	11,6	7,39	38,6
Люпин узколистный Деко 2 + ячмень Раушан	2011	20,1	12,4	7,7	4,82	26,0
	2012	30,9	18,7	12,2	7,42	39,9
	2013	35,3	21,9	13,4	9,0	47,5
	2014	20,0	13,0	7,0	4,92	25,9
	2015	33,8	20,1	13,7	8,65	43,9
В среднем		28,0	17,2	10,8	6,92	36,3
НСР₀₅		1,9				

Средняя за годы исследований урожайность зерносмеси в бинарных посевах люпина с пшеницей составила 27,6-31,7 ц/га. Максимальные значения зафиксированы в переувлажнённые годы (2013, 2015). Наибольшую продуктивность показали смеси с сортами Дикаф 14 (37,9 ц/га в 2013 г. и 40,4 ц/га в 2015 г.) и Фазан (35,8 и 39,7 ц/га соответственно). Сбор сырого протеина в варианте с Дикаф 14 достигал 9,66 и 10,3 ц/га, выход обменной энергии – 49,2 и 52,4 ГДж/га; в варианте с Фазан – 7,95 и 10,3 ц/га, 45,9 и 51,6 ГДж/га соответственно. В засушливые 2011 и 2014 годы урожайность зерносмеси снижалась до 18,7-24,1 ц/га, урожайность люпина – до 5,6-9,0 ц/га, сбор сырого протеина составлял 4,79-5,91 ц/га, обменной энергии – 24,3-31,1 ГДж/га.

Таблица 4

Урожайность зерна, сбор протеина и обменной энергии в смешанных посевах сортов узколистного люпина с яровой пшеницей Злата, ц/га

Культура, сорт	Год	Урожайность зерна, ц/га			Сырой протеин, ц/га	Обменная энергия, ГДж/га
		Смеси	Пшеница	Люпин		
Люпин узколистный Ладный + яровая пшеница Злата	2011	19,8	13,8	6,0	4,79	25,6
	2012	31,6	14,8	16,8	8,34	41,1
	2013	34,1	16,0	18,1	8,49	44,2
	2014	21,1	12,1	9,0	5,1	27,3
	2015	35,9	24,2	11,7	9,30	46,5
В среднем		28,5	16,2	12,3	7,13	36,9

Люпин узколистный Дикаф 14 + яровая пшеница Злата	2011	24,1	15,5	8,6	5,76	31,1
	2012	33,4	16,3	17,1	8,02	43,4
	2013	37,9	19,6	18,3	9,66	49,2
	2014	22,7	12,6	10,1	5,56	29,4
	2015	40,4	21,5	18,9	10,3	52,4
В среднем		31,7	17,1	14,6	7,83	41,1
Люпин узколистный Фазан + яровая пшеница Злата	2011	20,9	15,3	5,6	4,79	26,9
	2012	22,9	12,0	10,9	5,91	29,8
	2013	35,8	18,8	17,0	7,95	45,9
	2014	18,7	10,6	8,1	4,86	24,3
	2015	39,7	24,1	15,6	10,3	51,6
В среднем		27,6	16,2	11,4	6,9	35,8
Люпин узколистный Деко 2 + яровая пшеница Злата	2011	22,1	14,0	8,1	5,57	28,7
	2012	31,8	14,9	16,9	8,24	41,3
	2013	33,7	16,2	17,5	7,75	43,4
	2014	19,7	10,7	9,0	4,98	25,6
	2015	38,7	26,0	12,7	9,71	50,2
В среднем		29,2	16,4	12,8	7,27	37,8
НСР₀₅		2,3				

Заключение

Результаты проведённых исследований свидетельствуют, что гидротермический коэффициент Селянинова выступает в качестве информативного предиктора продуктивности возделываемых культур в условиях дерново-подзолистых почв Нечерноземной зоны. Установлено, что отклонение значений ГТК от оптимального диапазона (1,4-1,6) как в сторону дефицита, так и в сторону избытка влагообеспеченности закономерно сопровождается снижением урожайности зерна. При этом выявлена видоспецифичная реакция: узколистный люпин в одновидовых посевах характеризуется повышенной чувствительностью к переувлажнению по сравнению с ячменём и яровой пшеницей. Вместе с тем бинарные агрофитоценозы, особенно с участием сортов люпина Дикаф 14 и Фазан, демонстрируют нивелирование негативных эффектов как засушливых, так и избыточно влажных условий вегетации. Полученные данные позволяют рассматривать смешанные посевы люпина со злаковыми культурами в качестве эффективного механизма повышения устойчивости кормопроизводства в условиях нарастающей климатической изменчивости региона.

Литература

1. Дебелый Г.А., Меднов А.В., Гончаров А.В., Вольпе А.А., Конорев П.В., Анохина В.С., Конорев П.М. Новый детерминантный сорт узколистного люпина Фазан. В сб.: Новые сорта люпина, технология их выращивания и переработки, адаптация в системы земледелия и животноводства. Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 30-летию со дня основания Всероссийского научно-исследовательского института люпина. 2017. С. 135-145.
2. Дебелый Г.А., Меднов А.В., Гончаров А.В., Вольпе А.А., Новые сорта яровой вики Московского НИИСХ «Немчиновка». // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2017. – № 2 (22). – С. 84-87.
3. Артюхов А.И., Гапонов Н.В. Перспективные подходы к решению проблемы протеиновой питательности кормов. // Научные основы повышения эффективности систем земледелия и животноводства. Труды региональной научно-практической конференции. – Калуга. – 2011. – С. 14-48.
4. Конончук В.В., Тимошенко С.М., Штырхунов В.Д., Назарова Т.О., Тулинова Е.А., Никиточкин Д.Н., Ахриев Х.А. Влияние гербицидной защиты, макро- и микроудобрений на азотфиксацию и зерновую продуктивность узколистного люпина при разных погодных

- условиях в Центре Нечерноземной зоны РФ. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2023. – № 1 (45). – С. 67-76. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-1-67-76
5. Конончук В.В., Никиточкин Д.Н., Тимошенко С.М., Назарова Т.О., Штырхунов В.Д., Шуркин А.Ю., Колотилина З.М. Зерновая продуктивность и азотфиксирующая способность люпина узколистного в зависимости от норм высева, удобрений и применения гербицидов при разных погодных условиях в Центре Нечерноземной зоны России. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – № 2 (38). – С. 104-114. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-2-104-114
6. Мазуров В.Н., Лукашов В.Н., Исаков А.Н. Использование зернобобовых культур и бобово-злаковых смесей на корм скоту в условиях Калужской области. // Зернобобовые и крупяные культуры. 2013.- № 2 (6). - С.123-125.
7. Зотиков В. И., Сидоренко В.С., Грядунцова Н.В. Развитие производства зернобобовых культур в Российской Федерации. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. – № 2 (26) – С. 4-10.
8. Шпаков А.С., Волович В.Т. Кормопроизводство Центрального федерального округа: состояние и перспективы развития. // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство. Сб. науч. трудов. – М. – 2017. Вып. 15 (63). – С. 5-13.
9. Исаева Е.И. Способы использования люпина в севообороте как важный фактор биологизации системы кормопроизводства в условиях юго-запада Нечерноземной зоны России. // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство. Сб. науч. трудов. – М.: – 2016. Вып. 10 (58). – С. 103-108.

References

1. Debelyi G. A., Mednov A. V., Goncharov A. V., Vol'pe A. A., Konorev P. V., Anokhina V. S., Konorev P. M. New determinate cultivar of narrow-leaved lupine, Pheasant. In: New lupine varieties, their cultivation and processing technology, and adaptation to agricultural and livestock systems. Proc. Intern. Conf., dedicated to the 30th anniversary of the founding of the All-Russian Research Institute of Lupine. 2017, pp. 135-145.
2. Debelyi G. A., Mednov A. V., Goncharov A. V., Vol'pe A. A. New varieties of spring vetch from the Moscow Research Institute of Agriculture "Nemchinovka". *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2017, no. 2 (22), pp. 84-87.
3. Artyukhov A. I., Gaponov N. V. Promising approaches to solving the problem of protein nutrition in feed. Scientific foundations for improving the efficiency of farming and livestock systems: Proc. regional scientific-practical conference. Kaluga, 2011, pp. 14-48.
4. Kononchuk V. V., Timoshenko S. M., Shtyrkhunov V. D., Nazarova T. O., Tulinova E. A., Nikitochkin D. N., Akhriev Kh. A. The influence of herbicide protection, macro- and microfertilizers on nitrogen fixation and grain productivity of narrow-leaved lupine under different weather conditions in the Central Non-Black Earth Zone of the Russian Federation. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2023, no. 1 (45), pp. 67-76. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-1-67-76
5. Kononchuk V. V., Nikitochkin D. N., Timoshenko S. M., Nazarova T. O., Shtyrkhunov V. D., Shurkin A. Yu., Kolotilina Z. M. Grain productivity and nitrogen-fixing capacity of narrow-leaved lupine depending on seeding rates, fertilizers and herbicide application under different weather conditions in the Central Non-Black Earth Zone of Russia. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2021, no. 2 (38), pp. 104-114.
6. Mazurov V. N., Lukashov V. N., Isakov A. N. Use of grain legumes and legume-cereal mixtures for livestock feed in the Kaluga region. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2013, no. 2 (6), pp.123-125.
7. Zotikov V. I., Sidorenko V. S., Gryadunova N. V. Development of grain legume production in the Russian Federation. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2018, no. 2 (26), pp. 4-10.
8. Shpakov A. S., Volovich V. T. Forage production in the Central Federal District: status and development prospects. Multifunctional adaptive forage production. Collection of scientific papers. Moscow, 2017, Iss. 15 (63), pp. 5-13.
9. Isaeva E. I. Methods of using lupine in crop rotation as an important factor in the biologization of the forage production system in the conditions of the southwest of the Non-Chernozem zone of Russia. Multifunctional adaptive forage production. Collection of scientific papers. Moscow, 2016. Iss. 10 (58), pp. 103-108.

ВЛИЯНИЕ МАКРО- И МИКРОУДОБРЕНИЙ И СРОКОВ УБОРКИ НА УРОЖАЙ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ И КОРМОВУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ РЕДЬКИ МАСЛИЧНОЙ

В.П. САВЕНКОВ, доктор сельскохозяйственных наук,
ORCID ID: 0009-0004-6774-9590, E-mail: agroteh@lniir.ru

Е.Ю. КУЗЬМИНА, научный сотрудник, ORCID ID: 0009-0001-8484-6876

ЛИПЕЦКИЙ НИИ РАПСА – ФИЛИАЛ ФГБНУ ФНЦ «ВНИИМК ИМЕНИ
В.С. ПУСТОВОЙТА»

***Аннотация.** В статье представлены результаты исследований по изучению влияния макро- и микроудобрений и сроков скашивания на урожай зеленой массы и кормовую продуктивность редьки масличной сорта Альфа в условиях лесостепи ЦФО России, проведенных в 2019-2022 гг. Выявлено, что в среднем за четыре года исследований, наиболее высокий и сравнительно равноценный сбор с гектара – зеленой массы, кормовых единиц и обменной энергии редьки масличной был получен в вариантах полевого опыта с внесением осенью под вспашку (NPK)₈₀ или (NPK)₄₀ с некорневыми подкормками, изучаемыми макро- и микроудобрениями, в которых уборку урожая осуществляли в межфазье полное плодообразование*

***Ключевые слова:** редька масличная, макро- и микроудобрение, срок скашивания, урожайность, кормовая продуктивность.*

***Для цитирования:** Савенков В.П., Кузьмина Е.Ю. Влияние макро- и микроудобрений и сроков уборки на урожай зеленой массы и кормовую продуктивность редьки масличной. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2026. № 2 (58):151-160. DOI: 10.24412/2309-348X-2026-2-151-160*

THE INFLUENCE OF MACRO- AND MICROFERTILIZERS AND HARVESTING TIMING ON THE YIELD OF GREEN MASS AND FORAGE PRODUCTIVITY OF OILSEED RADISH

V.P. Savenkov, E.Yu. Kuz'mina

LIPETSK RESEARCH INSTITUTE OF RAPESEED - BRANCH FSBSI FEDERAL SCIENTIFIC CENTER «V.S. PUSTOVOIT ALL-RUSSIAN RESEARCH INSTITUTE OF OIL CROPS»

***Abstract.** The article presents the results of research on the influence of macro- and microfertilizers and mowing timing on the yield of green mass and forage productivity of the Alpha oilseed radish variety in the forest-steppe conditions of the Central Federal District of Russia, conducted in 2019-2022. It was revealed that, on average, over four years of research, the highest and comparatively equivalent yield per hectare of green mass, feed units and exchange energy of oilseed radish was obtained in the field experiment variants with the application of (NPK)₈₀ or (NPK)₄₀ under plowing in the fall with foliar feeding, the studied macro- and microfertilizers, in which the harvest was carried out in the interphase of full fruit formation.*

***Keywords:** oilseed radish, macro- and microfertilizers, mowing time, yield, forage productivity.*

Введение

Редька масличная (*Raphanus sativus* var. *oleifera* Metzg.) семейства Капустные (Brassicaceae) является ценной кормовой и сидеральной культурой. Биологические особенности ее роста и развития позволяют получать зеленый корм для сельскохозяйственных животных, начиная с ранней весны и до поздней осени. Поэтому она

мало заменима при организации зеленого конвейера. Зеленая масса редьки масличной характеризуется повышенным накоплением протеина, жира и минеральных веществ, но сравнительно мало содержит клетчатки и введение ее в рацион сельскохозяйственных животных повышает их продуктивность. Эта культура представляет большой интерес для использования в сельскохозяйственном производстве в качестве сидерата. При запашке ее в почву поступает 5-7 т/га органического вещества и большое количество элементов питания – азота, фосфора, кальция и других [1, 2, 3].

Редька масличная обладает высокой экологической пластичностью и поэтому ее можно возделывать во многих земледельческих регионах Российской Федерации. Кроме того, она характеризуется высокой потребностью в элементах питания и в наибольшей мере отзывчива на внесение азотных удобрений. В то же время более высокий урожай зеленой массы редьки масличная формирует при применении комплексных удобрений, содержащих азот, фосфор, калий и необходимые микроэлементы. Известно, что отзывчивость этой кормовой культуры на внесение различных доз макро- и микроудобрений прежде всего зависит от почвенно-климатических и погодных условий в регионе, биологических особенностей сорта и некоторых агроприемов возделывания [4, 5, 6, 7].

Урожайность и кормовая продуктивность редьки масличной в наибольшей мере определяется сроком уборки, то есть фазой ее роста и развития, при которой проводится скашивание. Установлено, что эта культура уже в межфазье бутонизация-начало цветения формирует достаточно высокий урожай зеленой массы, с высокими кормовыми достоинствами для сельскохозяйственных животных. Однако в этот срок уборки она имеет низкое содержание сухого вещества и поэтому мало пригодна для силосования, а также запашки в почву в качестве сидерата. В последующий период роста и развития редьки масличной происходит значительное увеличение урожая зеленой массы и содержания в ней сухого вещества, но несколько снижается ее кормовая ценность. Известно, что при скашивании культуры даже в межфазье полное плодообразование, качество ее урожая, соответствует зоотехническим нормам кормления сельскохозяйственных животных. Следовательно, при одноукосном режиме использования редьки масличной на кормовые цели и в зависимости от зеленого конвейера в хозяйстве ее можно скашивать в межфазья – бутонизация-начало цветения, цветение-начало плодообразования, полное плодообразование. Кроме того, общепринято, что оптимальная технология возделывания этой культуры для кормовых целей, определяется по сбору с гектара кормовых единиц, сырого протеина и обменной энергии, то есть кормовой продуктивностью [8, 9, 10].

Таким образом, для получения наиболее высоких урожайности и кормовой продуктивности редьки масличной важное значение имеет оптимизация применения макро- и микроудобрений и срока скашивания, но для лесостепи ЦФО Российской Федерации они не установлены. Отсюда следует, что проведение в этом регионе соответствующих исследований представляет большой научно-практический интерес и актуальность.

Цель исследований – выявить дозу удобрений и срок скашивания редьки масличной сорта Альфа, которые обеспечивают наиболее высокие урожай зеленой массы и ее кормовую продуктивность в условиях лесостепи ЦФО России.

Материал и методы исследований

Исследования проводили в Липецком НИИ рапса – филиале ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта» в 2019-2022 гг. Полевой опыт был двухфакторным с использованием метода расщепленных делянок [11].

Фактор А – сроки уборки урожая зеленой массы в межфазья: бутонизация-начало цветения, цветение-начало плодообразования и полное плодообразование.

Фактор В – включал следующие варианты:

1. контроль (без удобрений),
2. (NPK)₄₀ осенью под вспашку,
3. (NPK)₈₀ осенью под вспашку,
4. (NPK)₄₀ весной под предпосевную культивацию,

5. (NPK)₄₀ осенью под вспашку + некорневые подкормки препаратом Плантофол в дозе 1,0 кг/га в межфазье: розетка 5-7 настоящих листьев и бутонизация-начало цветения,

6. (NPK)₄₀ осенью под вспашку + некорневые подкормки препаратами Полидон Амино Старт (1,0 л/га) в межфазье розетка 5-7 настоящих листьев и Полидон Амино Микс (1,0 л/га) в межфазье бутонизация-начало цветения.

В качестве полного минерального удобрения использовали нитроаммофоску (16:16:16). Плантофол (20:20:20) – полностью растворимое удобрение, предназначенное для некорневой подкормки полевых культур. Он содержит макроэлементы N, P, K, микроэлементы B, Fe, Mn, Zn, Cu и прилипатель. **Полидон Амино Старт** – органоминеральное удобрение, которое имеет в своем составе L-аминокислоты и олигопептиды в комплексе с макроэлементами (N, P, K, Mg) и микроэлементами (Fe, Mn, Zn, Cu, B, M, Co). Это удобрение предназначено для некорневых подкормок в начальные фазы роста и развития сельскохозяйственных культур. **Полидон Амино Микс** – органоминеральное удобрение, в его состав входят: L-аминокислоты и олигопептиды, а также элементы питания N, Fe, Zn, MgO, Mn, B, Cu, Mo, Co и оно применяется в критические периоды роста и развития сельскохозяйственных культур. При некорневых подкормках редьки масличной в баковой смеси с препаратами Полидон Амино Старт и Полидон Амино Микс использовали адьювант-суперсмачиватель-пенетрант Полидон Бонд – 50 мл/га. Норма расхода рабочего раствора при некорневых подкормках составляла 300 л/га.

Общая площадь делянки – 36 м². Повторность опыта четырехкратная. Учет урожая зеленой массы редьки масличной в изучаемые сроки проводили путем скашивания серпом растений с двух площадок по 1 м² в каждой делянке полевого опыта. Сбор кормовых единиц, сырого протеина и обменной энергии рассчитывали согласно общепринятой методике [12].

Предшественник – озимая пшеница. В опыте возделывали сорт редьки масличной – Альфа, созданный селекционерами Липецкого НИИ рапса и включенный в Госреестр охраняемых сортов в 2018 г. Он удачно сочетает в себе высокую урожайность зеленой массы с устойчивостью к полеганию, болезням и вредителям. Растения этого сорта средней высоты 104-108 см, без антоциановой окраски, со средней опушенностью и восковым налетом на стебле. Продолжительность вегетационного периода для получения зеленой массы на корм или сидерат составляет 40-60 суток. Редьку масличную возделывали по технологии, рекомендованной для этой культуры в условиях лесостепи ЦФО России (за исключением изучаемых агроприемов).

Место проведения полевых исследований – Липецкий район Липецкой области, который расположен в лесостепи Центрального федерального округа РФ. Климат в этом регионе умеренно-континентальный с неустойчивым увлажнением, где осадки выпадают неравномерно, как по годам, так и в течение вегетационного периода. Сумма эффективных температур воздуха (выше + 10°C) изменяется в пределах 2200-2750°C и сумма осадков 440-550 мм, ГТК по Селянинуву от 0,6-0,7 в засушливые годы, до 1,4-1,8 во влажные.

По среднемноголетним данным Липецкого ЦГМС в условиях проведения полевых опытов за май-август при среднесуточной температуре воздуха 17,4°C и сумме осадков 236 мм гидротермический коэффициент по Селянинуву равен 1,1. Погодные условия по годам исследований различались, и за вегетационный период редьки масличной, при возделывании на зеленый корм, в 2019, 2020, 2021 и 2022 гг. среднесуточная температура воздуха составила 18,4; 17,8; 20,2 и 18,1°C, сумма выпавших осадков – 204,3; 143,4; 155,6 и 208,4 мм и ГТК по Селянинуву: 1,02; 0,81; 0,85 и 1,14 соответственно. По среднемноголетним данным в этот отрезок времени среднесуточная температура воздуха равна 17,5°C, сумма осадков 200,4 мм и ГТК по Селянинуву 1,13.

Для хорошего роста и развития редьки масличной прежде всего необходимы умеренный температурный режим воздуха и хорошая влагообеспеченность. Следовательно, наиболее благоприятные погодные условия сложились в 2019 и 2022 гг., где они были близкими к среднемноголетней норме. В другие годы исследований недобор осадков составил более 20%. При этом температурный режим воздуха в 2021 г. оказался повышенным, а в 2020 г. он мало отличался от среднемноголетних значений. Поэтому в 2021

г. период вегетации изучаемой культуры отличался жаркими и засушливыми условиями, которые отрицательно сказались на ее урожайности.

Наряду с отмеченным, динамика гидротермических условий в течение вегетации в годы проведения полевого опыта, имела свои особенности, которые оказали значительное влияние на рост, развитие и урожай зеленой массы редьки масличной. Кроме того, ее урожайность при изучаемых сроках скашивания во многом зависит от погодных условий в предшествующий отрезок вегетации. Так, в межфазья этой культуры: всходы-начало цветения, всходы-начало плодообразования и всходы-полное плодообразование, ГТК по Селянинову составил в 2019 г. – 1,14; 1,13 и 1,16, в 2020 г. – 1,23; 1,13 и 1,06, в 2021 г. – 1,10; 0,86 и 0,73 и в 2022 г. – 1,25; 1,06 и 0,76 соответственно.

Поэтому для формирования урожая зеленой массы редьки масличной, условия увлажнения в 2019 и 2020 гг. были благоприятны для всех изучаемых сроков скашивания, в 2021 г. – первого (межфазье бутонизация-начало цветения), а в 2022 г. – первого и второго (межфазье цветение-начало плодообразования).

Следовательно, анализ погодных условий при возделывании редьки масличной на зеленый корм выявил особенности их изменений по годам проведения полевого опыта, которые соответствующим образом сказались на ее урожайности и кормовой продуктивности.

Опыт проводили на выщелоченном среднемощном тяжелосуглинистом черноземе. Агрохимическая характеристика почвы определялась в слое 0-20 см и значения ее показателей по годам исследований изменялись в пределах: гумус (по Тюрину) – 6,4-6,8%; рНКС1 – 4,60-4,96; гидролитическая кислотность – 3,65-3,99 мг-экв. на 100 г почвы; содержание доступных форм фосфора и калия (по Чирикову) – 146-168 и 52-69 мг/кг почвы соответственно.

Результаты и их обсуждение

В годы проведения полевого опыта урожай зеленой массы редьки масличной значительно зависел от погодных условий периода вегетации и в среднем по вариантам опыта в 2019, 2020, 2021 и 2022 гг. соответственно составил: 45,0; 42,3; 36,4 и 46,4 т/га. Несмотря на разницу по урожайности культуры в годы исследований, закономерности ее изменений в вариантах опыта в целом сохранялись. Поэтому для оценки эффективности изучаемых агроприемов возделывания редьки масличной сорта Альфа на зеленый корм был проведен анализ результатов, полученных в среднем за 2019-2022 гг.

По данным таблицы 1 видно, что в среднем за четыре года исследований при скашивании редьки масличной в межфазье бутонизация-начало цветения на фоне без удобрений урожай зеленой массы составил 29,8 т/га, а в вариантах опыта с применением удобрений он увеличивался на 14-33%. Согласно частным различиям в вариантах опыта наименьшая прибавка урожайности была получена от внесения (NPK)₄₀ весной под предпосевную культивацию – 8,8 т/га, а наибольшая и сравнительно близкая при агротехнологиях с внесением осенью под вспашку (NPK)₈₀ – 16,8 т/га или (NPK)₄₀ с двумя некорневыми подкормками препаратом Плантафол – 14,8 т/га или, когда при первой и второй подкормках соответственно использовали препараты Полидон Амино Старт и Полидон Амино Микс – 14,3 т/га. В то же время урожай зеленой массы в этих вариантах опыта относительно его значений при агротехнологии с основным внесением (NPK)₄₀ существенно не отличался.

Урожайность редьки масличной при последующих сроках ее скашивания относительно первого (в межфазье бутонизация-начало цветения) постепенно увеличивалась. Хотя этот прирост между смежными сроками уборки не во всех вариантах опыта достигал существенных значений. Следует отметить, что влияние изучаемых доз и сроков внесения макро- и микроудобрений на урожай зеленой массы редьки масличной при скашивании ее в межфазье цветение-начало плодообразования и полное плодообразование были аналогичны данным, полученным при первом сроке уборки. Наиболее высокий и сравнительно равноценный сбор с гектара зеленой массы обеспечили агротехнологии, при которых вносили осенью под вспашку (NPK)₈₀ или (NPK)₄₀ с некорневыми подкормками, препаратами –

Плантофол или Полидон Амино Старт и Полидон Амино Микс, где уборку проводили в межфазье полное плодообразование.

Однако в многофакторных полевых опытах оптимальный вариант определяется путем оценки существенности главных эффектов. Дисперсионный анализ данных, полученных в среднем за годы исследований, показал, что в среднем по фактору А при скашивании редьки масличной в межфазье бутонизация-начало цветения урожай зеленой массы составил 36,1 т/га. Во второй и третий срок уборки он увеличивался, и наибольшим был в межфазье полное плодообразование, где прирост относительно первого срока составил 12,9 т/га или 36%. Урожайность редьки масличной, в среднем по фактору В, от применения изучаемых удобрений повышалась на 6,9-13,4 т/га. При этом выявлено, что при внесении осенью под вспашку (NPK)₄₀, прибавка урожая зеленой массы составила 9,2 т/га, а при использовании аналогичной дозы полного минерального удобрения весной под предпосевную культивацию она снижалась на 2,3 т/га. Очевидно, это обусловлено тем, что внесение полного минерального удобрения весной под предпосевную культивацию менее эффективно из-за особенностей влагообеспеченности почвы.

Некорневые подкормки изучаемыми макро- и микроудобрениями, проведенные на фоне внесения (NPK)₄₀ осенью под вспашку, достоверно увеличивали сбор зеленой массы с гектара, который в этих вариантах опыта существенно не отличался от его значений при агротехнологии с аналогичным сроком внесения (NPK)₈₀. Наибольшую прибавку урожайности редьки масличной (13,4 т/га) обеспечила агротехнология с основным внесением (NPK)₈₀. Следовательно, в среднем по главным эффектам, при возделывании редьки масличной в условиях лесостепи ЦФО России наибольший и сравнительно близкий урожай зеленой массы обеспечили варианты с основным внесением (NPK)₈₀ или (NPK)₄₀ с некорневыми подкормками препаратами Плантофол или Полидон Амино Старт и Полидон Амино Микс и при ее скашивании в межфазье полное плодообразование.

Таблица 1

Урожай зеленой массы редьки масличной в зависимости от применения макро- и микроудобрений при различных сроках скашивания, т/га

Удобрение (фактор В)	Срок уборки (фактор А)															Среднее по фактору В				
	Бутонизация-начало цветения					Цветение-начало плодообразования					Полное плодообразование									
	Год																			
	2019	2020	2021	2022	Среднее	2019	2020	2021	2022	Среднее	2019	2020	2021	2022	Среднее	2019	2020	2021	2022	Среднее
Контроль – без удобрений	29,0	30,0	28,5	31,5	29,8	33,3	32,2	29,8	37,0	33,1	42,8	36,0	30,7	42,4	38,0	35,0	32,7	29,7	37,0	33,6
(NPK) ₄₀ осенью под вспашку	35,6	36,5	34,5	38,4	36,3	44,5	43,5	37,4	47,0	43,1	55,3	48,0	38,2	55,0	49,1	45,1	42,7	36,7	46,8	42,8
(NPK) ₈₀ осенью под вспашку	39,1	40,0	38,2	41,0	39,6	49,5	46,4	40,5	50,5	46,7	62,5	54,5	41,0	61,0	54,8	50,4	47,0	39,9	50,8	47,0
(NPK) ₄₀ весной под предпосевную культивацию	33,0	35,0	32,0	36,0	34,0	41,8	40,7	35,9	44,5	40,7	52,5	45,0	36,7	53,0	46,8	42,4	40,2	34,9	44,5	40,5
(NPK) ₄₀ осенью под вспашку + некорневые подкормки препаратом Плантофол в фазах розетка 5-7 настоящих листьев и бутонизация-начало цветения	38,0	38,7	36,8	40,5	38,5	48,4	47,0	39,8	49,5	46,2	59,8	51,5	40,3	59,5	52,8	48,7	45,7	39,0	49,8	45,8
(NPK) ₄₀ осенью под вспашку + некорневые подкормки препаратами Полидон Амино Старт в фазе розетка 5-7 настоящих листьев и Полидон Амино Микс в фазе бутонизация-начало цветения	38,4	39,2	35,9	40,2	38,4	47,9	46,5	39,6	49,0	45,8	59,3	51,0	40,0	59,0	52,3	48,5	45,6	38,5	49,4	45,5
Среднее по фактору А	35,5	36,6	34,3	37,9	36,1	44,2	42,7	37,2	46,3	42,6	55,4	47,7	37,8	55,0	49,0	–	–	–	–	–
НСР ₀₅ для главных эффектов:	2019	2020	2021	2022	среднее	НСР ₀₅ для частных различий:					2019	2020	2021	2022	среднее					
фактора А -	3,12	2,4 0	2,20	2,69	2,60	фактора А -					8,24	6,3 4	5,3 9	6,58	6,64					
фактора В -	1,37	2,3 0	2,04	2,63	2,09	фактора В -					2,37	3,9 9	3,5 3	4,55	3,61					

Как уже отмечалось, при возделывании редьки масличной на зеленый корм, основным показателем является сбор с гектара кормовых единиц, сырого протеина и обменной энергии. По годам исследований закономерности изменения ее кормовой продуктивности в вариантах опыта в целом сохранялись. По данным в среднем за 2019-2022 гг. (согласно частным различиям) при скашивании редьки масличной в межфазье бутонизация-начало-цветения выход с гектара кормовых единиц, сырого протеина и обменной энергии, полученный в контрольном варианте от применения макро- и микроудобрений увеличивался (табл. 2). Наиболее высоким и сравнительно близким он сформировался в агротехнологиях, при которых осенью под вспашку вносили (NPK)₈₀ или (NPK)₄₀ с некорневыми подкормками, изучаемыми макро- и микроудобрениями. В других вариантах опыта кормовая продуктивность редьки масличной снижалась и в наибольшей мере это отмечалось в варианте опыта с внесением (NPK)₄₀ весной под предпосевную культивацию. Хотя относительно основного внесения (NPK)₄₀ это было достоверно только по сбору сырого протеина.

В последующие сроки скашивания редьки масличной (межфазье цветение-начало плодообразования и полное плодообразование) сбор с гектара кормовых единиц, сырого протеина и обменной энергии повышался. Однако этот прирост по сырому протеину оказался существенным только между первым и третьим сроками уборки урожая в вариантах опыта с применением удобрений. При этом во второй и третий сроки уборки урожая влияние изучаемых макро-микроудобрений на кормовую продуктивность культуры было аналогично данным, полученным при скашивании ее в межфазье бутонизация-начало цветения. В результате наиболее высокий сбор с гектара кормовых единиц, сырого протеина и обменной энергии обеспечила агротехнология редьки масличной сорта Альфа, при которой осенью под вспашку вносили (NPK)₈₀. Однако ее преимущество относительно вариантов опыта с основным внесением (NPK)₄₀ и некорневыми подкормками соответствующими макро- и микроудобрениями оказалось достоверным только по сбору сырого протеина.

Оценка существенности главных эффектов показала, что при скашивании редьки масличной в межфазье бутонизация-начало цветения (в среднем по фактору А) сбор с гектара кормовых единиц, сырого протеина и обменной энергии соответственно составил 3,61 т, 912 кг и 39,8 ГДж. Эти показатели кормовой продуктивности изучаемой культуры, при последующих сроках уборки урожая, увеличивались и более высокими были получены в межфазье – полное плодообразование. Применение изучаемых макро- и микроудобрений (фактор В) оказывало неодинаковое положительное влияние на кормовую продуктивность редьки масличной. Так, от внесения (NPK)₄₀ осенью под вспашку сбор с гектара кормовых единиц, сырого протеина и обменной энергии увеличился соответственно на 8,6 т; 216 кг и 11,8 ГДж, а от применения аналогичной дозы полного минерального удобрения весной под предпосевную культивацию, эти приросты оказались менее значительны. Наибольшую кормовую продуктивность редька масличная сорта Альфа сформировала при основном внесении (NPK)₈₀. Некорневые подкормки изучаемыми макро- и микроудобрениями, проведенные на фоне внесения (NPK)₄₀ осенью под вспашку, повышали все определяемые нами показатели кормовой продуктивности этой культуры. В результате в этих вариантах опыта сбор кормовых единиц и обменной энергии существенно не отличался от его значений в варианте опыта с основным внесением (NPK)₈₀, но сбор сырого протеина оказался значительно меньше.

Таблица 2

Кормовая продуктивность редьки масличной в зависимости от применения удобрений и сроков скашивания (в среднем за 2019-2022 гг.)

Вариант (фактор В)	Межфазье скашивания (фактор А)									Среднее по фактору В		
	Бутонизация-начало цветения			Цветение-начало плодообразования			Полное плодообразование					
	Сбор с 1 гектара									Корм. единиц, ц	Сырого протеина, кг	Обменно й энергии, ГДж
	Корм. единиц, ц	Сырого протеина, кг	Обменно й энергии, ГДж	Корм. единиц, ц	Сырого протеина, кг	Обменно й энергии, ГДж	Корм. единиц, ц	Сырого протеина, кг	Обменно й энергии, ГДж			
Контроль – без удобрений	30,7	746	33,5	38,2	757	44,9	49,7	791	65,2	39,5	765	47,9
(NPK) ₄₀ осенью под вспашку	36,1	913	39,9	47,9	963	57,2	60,4	1068	81,9	48,1	981	59,7
(NPK) ₈₀ осенью под вспашку	38,4	1003	42,9	51,9	1084	62,3	65,9	1189	90,1	52,1	1092	65,1
(NPK) ₄₀ весной под предпосевную культивацию	33,9	848	37,4	45,0	898	53,6	57,0	1006	77,1	45,3	917	56,0
(NPK) ₄₀ осенью под вспашку + некорневые подкормки препаратом Плантофол в фазах розетка 5-7 настоящих листьев и бутонизация-начало цветения	39,2	992	43,0	50,8	1059	61,3	63,4	1136	87,0	51,1	1062	63,8
(NPK) ₄₀ осенью под вспашку + некорневые подкормки препаратами Полидон Амино Старт в фазе розетка 5-7 настоящих листьев и Полидон Амино Микс в фазе бутонизация-начало цветения	38,4	969	42,2	50,0	1039	60,3	65,0	1126	87,8	51,1	1045	63,4
Среднее по фактору А	36,1	912	39,8	47,3	967	56,6	60,2	1053	81,5	–	–	–
НСР ₀₅ для частных различий	фактор А	4,86	143,2	4,93	НСР ₀₅ для главных эффетов	фактор А	1,98	58,4	2,01			
	фактор В	3,05	40,2	3,77		фактор В	1,76	23,5	2,18			

Заключение

Исследования показали, что для повышения урожая зеленой массы и кормовой продуктивности редьки масличной сорта Альфа в условиях лесостепи ЦФО России, важное значение имеет оптимизация применения макро- и микроудобрений и сроков скашивания. Выявлено, что в среднем за 2019-2022 гг., в среднем по фактору А, наиболее высокий сбор с гектара зеленой массы – 49,0 т, кормовых единиц – 60,2 ц, сырого протеина – 1053 кг и обменной энергии – 81,5 Г/Дж изучаемой культуры, обеспечила уборка урожая в межфазье полное плодообразование и в среднем по фактору В – основное внесение (NPK)₈₀, где аналогичные показатели кормовой продуктивности соответственно составили – 47,0 т, 52,1 ц, 1092 кг и 65,1 Г/Дж. Следовательно, при возделывании редьки масличной сорта Альфа на кормовые цели в условиях лесостепи ЦФО Российской Федерации, оптимальной является технология возделывания с внесением осенью под вспашку (NPK)₈₀ и уборкой урожая в межфазье полное плодообразование.

Литература

1. Воловик В.Т., Шпаков А.С., Новоселов Ю.К и др. Масличные капустные культуры в растениеводстве Центрального экономического района. // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32. – № 2. – С. 33-35. DOI 10.24411/0235-2451-2018-10208. – EDN THYODH.
2. Прахова Т.Я., Прахов В.А., Бражников В.Н. и др. Масличные культуры – биоразнообразие, значение и продуктивность. // Нива Поволжья. – 2019. – № 3 (52). – С. 30-37. – EDN WIGYMO.
3. Андреева О.Т., Пилипенко Н.Г., Сидорова Л.П. и др. Создание агроценозов кормовых культур для весеннего и раннелетнего использования в лесостепной зоне Забайкальского края [изучение продуктивности озимой и яровой ржи, ярового рапса и редьки масличной на зеленый корм]. // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2018. – Т. 48, № 4. – С. 43-50. – EDN YLFICD.
4. Лебедев В.Н., Хуаз С.Х., Ураев Г.А. Влияние возрастающих доз азота на продуктивность и качество зеленой массы редьки масличной. // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 3 (64). – С. 39-46. – DOI 10.24412/2078-1318-2021-3-39-46. – EDN KOBBPO.
5. Емельянов А.М. Редька масличная в поукосных посевах в Забайкалье. // Инновационные аспекты агрономии в повышении продуктивности растений и качества продукции в Сибири: сб. материалов междунар. науч.-практ. конф., приуроченной к 100-летию заслуженного деятеля науки Бурятской АССР, проф. Н.В. Барнакова, Улан-Удэ, 04 декабря 2015 г. – Улан-Удэ, – 2015. – С. 76-78. – EDN XVBRBV.
6. Квитко Г.П. Цыцюра Т.В. Кормовая продуктивность сортов редьки масличной в зависимости от срока сева и минерального питания в условиях лесостепи правобережной Украины. // Кормопроизводство. – 2013. – № 4. – С. 30-32.
7. Цыганов А.Р., Мастеров А.С., Плевко Е.А. Влияние микроэлементов и регулятора роста экосил на продуктивность горчицы белой и редьки масличной. // Научно-практические аспекты технологий возделывания и переработки масличных культур. - 2013. – С. 342-344.
8. Мутиков В.М., Селиванов А.В. Сидерация – один из ведущих элементов современного земледелия [агротехника возделывания донника желтого, горчицы белой, редьки масличной в качестве сидератов]. // Агроинновации. – 2016. – № 1. – С. 24-27.
9. Пиллюк Н., Зиновенко А. Готовим качественный силос из редьки масличной [в условиях Белоруссии]. // Белорус. сел. хоз-во. – 2016. – № 8. – С. 64-65.
10. Савенков В.П., Кузьмина Е.Ю. Методические рекомендации. Перспективные технологии возделывания нового сорта редьки масличной Альфа на зеленую массу и семена в условиях лесостепи ЦФО Российской Федерации. Липецк: Липецкий НИИ рапса – филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК: «Позитив-Л», 2023. – 49 с. – ISBN 978-5-6047496-9-2
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований). – Москва: Альянс, – 2011. – 351 с. – ISBN 978-5-903034-96-3. – EDN QLCQEP.
12. Сычев В.Г., Лепешкин В.В. Методические указания по оценке качества и питательности кормов. – М.: ЦИНАО, – 2002. – 76 с.

References

1. Volovik V.T., Shpakov A.S., Novoselov Yu.K. et al. Oilseed cabbage crops in the crop production of the Central Economic Region. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2018, Vol. 32, no. 2, pp. 33-35. DOI 10.24411/0235-2451-2018-10208. EDN THYODH.
2. Prakhova T.Ya., Prakhov V.A., Brazhnikov V.N. et al. Oilseeds - biodiversity, importance and productivity. *Niva Povolzh'ya*. 2019, no.3, pp. 30-37. EDN WIGYMO.
3. Andreeva O.T., Pilipenko N.G., Sidorova L.P. et al. Creation of agrocenoses of fodder crops for spring and early summer use in the forest-steppe zone of the Trans-Baikal Territory [study of productivity of winter and spring rye, spring rapeseed and oilseed radish for green fodder]. *Sib. vestn. s.-kh. nauki*, 2018, Vol. 48, no. 4, pp. 43-50, EDN YLFICD.
4. Lebedev V.N., Khuaz S.Kh., Uraev G.A. The effect of increasing nitrogen doses on the productivity and quality of the green mass of oilseed radish. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2021, no.3, pp. 39-46. - DOI 10.24412/2078-1318-2021-3-39-46. EDN KOBBO.
5. Emel'yanov A.M. Oilseed radish in fallow crops in Transbaikalia. Innovative aspects of agronomy in increasing plant productivity and product quality in Siberia: Proc. Intern. conf., dedicated to the 100th anniversary of the Honored Scientist of the Buryat ASSR, Professor N.V. Barnakov, Ulan-Ude, 04.12.2015, Ulan-Ude, 2015, pp. 76-78, EDN XVBRBB.
6. Kvitko G.P., Tsytsyura T.V. Forage productivity of oilseed radish varieties depending on the sowing period and mineral nutrition in the conditions of the forest-steppe of right-bank Ukraine. *Kormoproizvodstvo*, 2013, no. 4, pp. 30-32.
7. Tsyganov A.R., Masterov A.S., Plevko E.A. The effect of trace elements and the growth regulator Ecosil on the productivity of white mustard and oilseed radish. Proc. Intern. conf. Scientific and practical aspects of technologies for the cultivation and processing of oilseeds 15-16.02.2013, Ryazan', 2013, pp. 342-344.
8. Mutikov V.M., Selivanov A.V. Sideration is one of the leading elements of modern agriculture [agrotechnics of cultivating yellow sweet clover, white mustard, and oilseed radish as siderates]. *Agroinnovatsii*, 2016, no. 1, pp. 24-27.
9. Pilyuk N., Zinovenko A. We prepare high-quality silage from oilseed radish [in the conditions of Belarus]. *Belorus. sel. khoz-vo*, 2016, no. 8, pp. 64-65.
10. Savenkov V.P. Kuz'mina E.Yu. Methodological recommendations. Promising technologies for cultivating a new variety of oilseed radish Alpha for green mass and seeds in the forest-steppe of the Central Federal District of the Russian Federation. Lipetsk: Lipetskii NII rapsa - filial FGBNU FNTs VNIIMK: «Pozitiv-L», 2023, 49 p. ISBN 978-5-6047496-9-2
11. Dospekhov B.A. Field experiment methodology: (with the basics of statistical processing of research results). Moscow: Al'yans, 2011, 351 p. ISBN 978-5-903034-96-3. – EDN QLCQEP.
12. Sychev V.G., Lepeshkin V.V. Guidelines for assessing the quality and nutritional value of feed. Moscow, TsINAO, 2002, 76 p.

ВЛИЯНИЕ НЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ НА СЕМЕННУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЮЦЕРНЫ ИЗМЕНЧИВОЙ

М.А. ТОРМОЗИН, доктор сельскохозяйственных наук,
ORCID ID: 0000-0001-9108-4518, E-mail: tormozinma@mail.ru

А.В. БЕЛЯЕВ, ORCID ID: 0000-0002-7683-2183

Е.М. ТИХОЛАЗ, ORCID ID: 0000-0002-6233-8846

ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, Г. ЕКАТЕРИНБУРГ

Аннотация. Статья содержит результаты исследования, направленного на определение влияния некорневой подкормки люцерны изменчивой водорастворимыми минеральными удобрениями с микроэлементами на ее семенную урожайность. Подкормки проводили в фазу бутонизации растений удобрениями Акварин Марка 5, Калий метаборат и их баковой смесью. Некорневая подкормка привела к росту генеративных стеблей на 8-14 шт./м² (7,3-12,8%) и увеличению числа кистей на стебель на 1,1-1,9 шт. (27,5-47,0%), количества цветков – на 1,9-2,8 шт. (20,2-29,8%), количество бобов в кистях увеличилось на 1,2-2,1 шт. (16,0-28,0%), количество семян в одном бобе возросло на 1,0-1,3 шт. (83,3-108,3%), масса семян с одного квадратного метра выросла на 3,4-4,5 г. (33,0-43,7%) по сравнению с контрольным вариантом. Некорневая подкормка повышала урожайность семян люцерны на 0,52-0,58 ц/га (39,7-44,3%). При некорневой подкормке минеральными удобрениями энергия прорастания по вариантам была выше 47,8% (от 47,8 до 48,0%), лабораторная всхожести семян увеличивалась на 0,6-1,0% (от 69,8 до 70,2%) по сравнению с контролем (69,2%). Количество твёрдых семян снижалось на 0,2-0,4%, масса 1000 семян возрастала на 0,2-0,4 г. Наилучшие результаты получены в варианте некорневой подкормки растений баковой смесью удобрений Акварин Марка 5 и Калий метаборат в фазу бутонизации, урожайность семян повышалась на 0,58 ц/га (44,3%).

Ключевые слова: люцерна изменчивая, некорневая подкормка, сроки подкормки, минеральные удобрения с содержанием микроэлементов, структура урожайности семян, урожайность семян, посевные качества семян.

Для цитирования: Тормозин М.А., Беляев А.В., Тихолаз Е.М. Влияние некорневой подкормки на семенную продуктивность люцерны изменчивой. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2026. № 2 (58):161-167. DOI: 10.24412/2309-348X-2026-2-161-167

THE EFFECT OF FOLIAR TOP DRESSING ON THE SEED PRODUCTIVITY OF ALFALFA

M.A. Tormozin, A.V. Belyaev, E.M. Tikholaz

URAL FEDERAL AGRARIAN RESEARCH CENTER OF THE URAL BRANCH
OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES, Ekaterinburg, Russia

Abstract. The article contains the results of a study aimed at determining the effect of foliar top dressing of alfalfa with water-soluble mineral fertilizers with trace elements on its seed yield. Top dressing carried out the budding phase of plants with fertilizers Aquarin Mark 5, Potassium metaborate and their tank mixture. Foliar top dressing led to an increase in generative stems by 8-14 pcs./m² (7.3-12.8%) and an increase in the number of branches per stem by 1.1-1.9 pcs. (27.5-47.0%), the number of flowers – by 1.9-2.8 pcs. (20.2-29.8%), the number of beans in the branches increased by 1.2-2.1 pcs. (16.0-28.0%), the number of seeds per bean increased by 1.0-1.3 pcs. (83.3-108.3 %), the weight of seeds per square meter increased by 3.4-4.5 g (33.0-43.7%)

compared to the control variant. Foliar top dressing increased alfalfa seed yield by 0.52-0.58 c/ha (39.7-44.3%). With non-root fertilization with mineral fertilizers, the germination energy according to the variants was higher than 47.8% (from 47.8 to 48.0%), the laboratory germination of seeds increased by 0.6-1.0% (from 69.8 to 70.2%) compared with the control (69.2%). The number of hard seeds decreased by 0.2-0.4%, the mass of 1000 seeds increased by 0.2-0.4 g. The best results were obtained in the variant of foliar fertilization of plants with a tank mixture of Aquarin Mark 5 fertilizers and Potassium metaborate during the budding phase, seed yield increased by 0.58 c/ha (44.3%).

Keywords: alfalfa variable, non-root top dressing, top dressing timing, mineral fertilizers with trace elements, seed yield structure, seed yield, seed quality.

Введение

В контексте глобального стремления к биологизации аграрного сектора и становлению органического земледелия, необходимо разработать системы защиты, способные обезопасить как растительные культуры, так и почвенные ресурсы от негативных последствий возрастающего антропогенного воздействия [1, 2].

Одной из ключевых стратегических задач для агропромышленных комплексов Свердловской области и всей Российской Федерации является оптимизация и гарантированное снабжение сельскохозяйственных животных необходимым объемом кормового белка [3].

По содержанию белка с единицы площади люцерны значительно превосходит злаковые травы, зерновые и зернобобовые культуры. Ее протеиновая ценность выше, чем у всех злаков, а также у распространенных многолетних бобовых трав, таких как клевер и эспарцет. Помимо этого, люцерна является ценным предшественником для многих сельскохозяйственных культур. Однако расширение посевных площадей и обновление люцерновых травостоев сдерживается из-за непредсказуемой урожайности и, как следствие, недостатка семян этой культуры [4].

Недостаток питательных веществ и несбалансированное питание люцерны приводят к снижению интенсивности фотосинтеза. Это проявляется в замедлении роста и уменьшении густоты стеблестоя, дефолиации (засыхании и отмирании листьев) и изменении соотношения вегетативных органов, что негативно сказывается на урожайности надземной массы [6].

Для обеспечения полноценного развития растений люцерны необходимо гарантировать поступление питательных веществ и микроэлементов. Эти элементы являются незаменимыми компонентами для формирования важнейших ферментов, витаминов, гормонов и других физиологически активных соединений. В частности, для люцерны высокоэффективны соединения молибдена, бора, марганца, серы и цинка [4, 5, 6]. Основная задача исследования заключается в определении степени воздействия разнообразных биологических препаратов на урожайность семян люцерны изменчивой.

Материалы и методы

Исследования велись на опытном поле Уральского НИИСХ – филиала ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН. Почвенный состав участка преимущественно состоит из тяжелосуглинистых серых и темно-серых лесных оподзоленных почв. Эти почвы обладают следующими характеристиками: кислая или слабокислая реакция (рН в диапазоне 4,85-5,27), содержание гумуса на уровне 3,91%, гидролитическая кислотность 5,85 мг-экв/100 г и сумма поглощенных оснований 27,4 мг-экв/100 г. Анализ показал низкий уровень доступного для растений азота (96 мг/кг), высокую концентрацию подвижного фосфора (150 мг/кг) и варьирующееся от низкого до среднего содержание калия (97-158 мг/кг).

Погодные условия 2023-2025 гг. различались по тепло- и влагообеспеченности.

Начало вегетационного периода трав в 2023 году зафиксировано 21 апреля, при среднесуточной температуре воздуха выше 5°C. Первая половина вегетации характеризовалась высокими температурами (превышение нормы на 2,2-4,4°C) и дефицитом осадков (отклонение от нормы на 3,9-45,2 мм). Во второй половине лета установилась теплая

погода с достаточным количеством осадков. Гидротермический коэффициент за май-июль составил 0,76, что указывает на засушливый режим.

В 2024 году вегетация сельскохозяйственных культур стартовала в условиях прохладной и засушливой погоды. Во второй половине периода наблюдалось потепление и избыточные осадки, что привело к значительному пополнению почвенной влаги после уборки урожая. Начало вегетации 16 апреля. Гидротермический коэффициент (ГТК) за май-август составил 3,43, что свидетельствует об избыточном увлажнении в течение вегетационного периода.

В 2025 году наблюдалось раннее наступление весны: переход температуры через 0°C зафиксирован 16 марта, что на 23 дня раньше среднего. В марте погода была переменчивой, с ночными заморозками и дневным теплом. К 19 апреля температура воздуха достигла 5°C. Среднесуточная температура апреля оказалась выше нормы на 2,7°C, главным образом благодаря теплой третьей декаде. Апрель также характеризовался избытком осадков: выпало 64,1 мм, что на 278% превысило многолетний показатель (табл. 1).

Таблица 1

Метеорологические условия за годы исследований 2023- 2025 гг.

Месяц	Декада	Осадки, мм				Температура, °С			
		Средне-много-летнее	2023	2024	2025	Средне-много-летнее	2023	2024	2025
Апрель	1	5	0,0	5,7	12,4	0,0	4,9	4,6	4,8
	2	9	7,9	13,4	19,6	4,1	1,3	9,0	4,6
	3	9	11,2	9,8	32,1	5,6	10,0	8,8	8,1
	За месяц	23	19,1	28,9	64,1	3,2	5,4	7,4	5,9
Май	1	11	0,6	48,1	21,3	8,8	12,1	4,3	9,6
	2	15	0,1	0,1	12,1	10,4	11,7	8,0	12,2
	3	20	0,1	8,9	6,6	12,1	20,0	9,6	15,1
	За месяц	46	0,8	57,1	29,8	10,4	14,8	7,4	12,4
Июнь	1	25	18,7	45,8	1,8	12,7	18,2	16,6	18,9
	2	17	4,9	52,9	35,7	15,8	12,7	22,0	18,9
	3	26	14,7	71,5	11,3	16,9	14,3	16,0	15,9
	За месяц	68	38,3	169,5	49,1	15,1	15,1	18,2	17,9
Июль	1	28	1,7	0,0	18,7	18,4	22,7	21,0	18,0
	2	28	65,5	50,2	3,7	17,5	18,9	18,0	16,1
	3	28	15,4	87,8	60,4	16,9	19,4	14,2	16,5
	За месяц	84	82,6	138,0	82,8	17,6	20,1	17,6	16,9
Август	1	30	46,7	18,7	0,6	15,8	19,6	15,9	17,7
	2	22	0,3	11,5	27,7	14,5	17,9	14,1	15,4
	3	22	51,6	14,2	15,9	13,2	11,1	13,7	14,9
	За месяц	74	98,6	44,4	44,2	14,5	16,0	14,5	16,0
Сентябрь	1	17	10,5	7,4	44,8	11,3	11,6	11,8	13,2
	2	18	2,0	0,0	2,1	9,2	12,0	12,0	9,6
	3	13	2,6	5,7	24,8	6,5	11,7	9,4	7,4
	За месяц	48	15,1	13,1	71,7	9,0	11,8	11,1	10,1

Погодные условия вегетационного периода 2025 года были неоднородными: начало сезона характеризовалось умеренно жаркой и засушливой погодой, а вторая его половина – теплой погодой с периодическими обильными осадками.

С целью повышения семенной продуктивности люцерны изменчивой, в 2023 году на базе Уральского НИИСХ был заложен полевой опыт. Исследование направлено на изучение влияния внекорневой подкормки водорастворимыми минеральными удобрениями, содержащими хелатные микроэлементы.

1. Контроль без обработки
2. Акварин Марка 5, 3 кг/га
3. Калий метаборат, 0,5 кг/га
4. Акварин Марка 5, 3 кг/га + Калий метаборат, 0,5 кг/га

В рамках исследования проводилась обработка растений на стадии бутонизации. Эксперимент включал 4 варианта, распределенных по 12 делянкам. Каждая делянка имела общую площадь 42 м² (4,2 м в ширину и 10 м в длину), при этом учетная площадь составляла 28 м² (2,8 м в ширину и 10 м в длину). Делянки были расположены блочно с трехкратным рандомизированным повторением. Посев осуществлялся широкорядным двухстрочным способом с междурядьями 65 см и расстоянием между строчками в ряду 5 см.

Анализ полученных данных проводился с использованием дисперсионного анализа (по методике Б.А. Доспехова, 2012) и программы «Excel» («Microsoft», США).

Результаты и обсуждение

Побегообразование напрямую влияет на урожайность и семенную продуктивность травостоя и зависит от климатических и почвенных условий выращивания и минерального питания (табл. 2).

Таблица 2

Влияние внекорневой подкормки водорастворимыми минеральными удобрениями с содержанием микроэлементов на структуру урожайности семян люцерны изменчивой (среднее за 2023-2025 гг.)

Вариант опыта	Кол-во генеративных стеблей на 1 м ² , шт.	Кол-во кистей на 1 стебле, шт.	Кол-во цветков на 1 кисти, шт.	Кол-во бобов на 1 кисти, шт.	Кол-во семян в 1 бобе, шт.	Масса семян с 1 м ² , г.
Без обработки (контроль)	109	4,0	9,4	7,5	1,2	10,3
Акварин Марка 5	117	5,1	11,3	8,7	2,2	13,7
Калий метаборат	122	5,5	11,7	9,1	2,3	14,2
Акварин Марка 5 + Калий метаборат	123	5,9	12,2	9,6	2,5	14,8

Анализ данных за трехлетний период выявил, что максимальная плотность генеративных побегов колебалась в пределах 117-123 шт./м². Наибольшее количество (123 шт./м²) наблюдалось при применении баковой смеси, включающей метаборат калия и Акварин Марка 5. Этот показатель превышал контрольный вариант (без подкормок) на 8-14 шт./м², что составляет превышение в 7,3-12,8%.

Анализ результатов показал, что применение некорневых подкормок привело к увеличению ключевых показателей структуры урожайности люцерны изменчивой. В частности, среднее количество кистей на стебель возросло на 1,1-1,9 шт. (27,5-47,0%), количество цветков – на 1,9-2,8 шт. (20,2-29,8%), а количество бобов в кистях – на 1,2-2,1 шт. (16,0-28,0%) относительно контрольного варианта. Также было зафиксировано увеличение числа семян в одном бобе на 1,0-1,3 единиц (83,3-108,3%) и массы семян с единицы площади (м²) на 3,4-4,5 грамма (33,0-43,7%). Эти данные подтверждают, что некорневое внесение

водорастворимых минеральных удобрений, обогащенных микроэлементами, является эффективным агротехническим приемом для оптимизации продуктивности семян люцерны.

Исследование влияния разнообразных факторов на урожайность семян люцерны изменчивой выявило, что некорневые подкормки водорастворимыми минеральными удобрениями, обогащенными микроэлементами, способствуют повышению продуктивности культуры. Полученные результаты свидетельствуют о потенциале управления процессами, определяющими урожайность.

Результаты урожайных данных семян люцерны изменчивой по вариантам проведенного исследования представлены в таблице 3.

Применение исследуемых удобрений увеличило урожайность семян на 39,7-44,3% по сравнению с контролем. Урожайность семян люцерны в опытных вариантах варьировала от 1,31 до 1,89 ц/га. Минеральные удобрения с микроэлементами обеспечили прибавку семян на 0,52-0,58 ц/га (при НСР₀₅ 0,32 ц/га). Некорневая подкормка с этими удобрениями также значительно повысила урожайность семян по сравнению с вариантом без подкормки.

Таблица 3

Влияние внекорневой подкормки водорастворимыми минеральными удобрениями с содержанием микроэлементов на урожайность семян люцерны изменчивой

Вариант опыта	Урожайность семян, ц/га				Прибавка урожайности, ц/га			
	2023 г.	2024 г.	2025 г.	Среднее	2023 г.	2024 г.	2025 г.	Среднее
Без обработки (контроль)	1,56	1,27	1,11	1,31	-	-	-	-
Акварин Марка 5	2,10	1,73	1,65	1,83	0,54	0,46	0,54	0,52
Калий метаборат	2,17	1,78	1,67	1,87	0,61	0,51	0,56	0,56
Акварин Марка 5 + Калий метаборат	2,20	1,79	1,68	1,89	0,64	0,52	0,57	0,58
НСР ₀₅					0,29	0,32	0,35	0,32

В ходе исследований установлено, что наиболее эффективным решением для некорневой подкормки семенных посевов люцерны в фазу бутонизации является применение баковой смеси, состоящей из Акварина Марка 5 (3 кг/га) и Калия метабората (0,5 кг/га). Данная обработка обеспечила урожайность семян на уровне 1,89 ц/га, что на 0,58 ц/га (44,3%) выше контроля без подкормки.

Посевные качества семян являются ключевым показателем способности к эффективному и одновременному прорастанию. Установлено, что оптимизация условий формирования генеративных органов посредством некорневой подкормки растений минеральными удобрениями, обогащенными микроэлементами, не только способствует увеличению урожайности семян, но и положительно сказывается на их посевных качествах, люцерны (табл. 4).

Масса 1000 семян является одним из ключевых показателей посевных качеств, поскольку она напрямую коррелирует с полевой всхожестью. В ходе нашего исследования было установлено, что люцерна, получавшая некорневую подкормку минеральными удобрениями, обогащенными микроэлементами, продемонстрировала увеличение массы 1000 семян до 2,3-2,5 г, в то время как контрольная группа показала лишь 2,1 г.

Посевные качества семян люцерны изменчивой в зависимости от применения некорневых подкормок минеральными удобрениями с содержанием микроэлементов, среднее за 2023-2025 гг.

Вариант опыта	Масса 1000 семян, г	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %	кол-во твёрдых семян, %	Всхожесть семян с учётом твёрдых, %
Без обработки (контроль)	2,1	45,3	69,2	20,2	89,4
Акварин Марка 5	2,3	47,8	69,8	20,0	89,7
Калий метаборат	2,4	48,2	70,0	19,9	89,9
Акварин Марка 5 + Калий метаборат	2,5	48,0	70,2	19,8	90,0

Применение некорневой подкормки минеральными удобрениями с микроэлементами повысило энергию прорастания семян люцерны до 47,8-48,0% (против 45,3% на контроле). Это привело к увеличению лабораторной всхожести на 0,6-1,0% (с 69,2% до 69,8-70,2%) и снижению количества твёрдых семян на 0,2-0,4% относительно контроля. Использование водорастворимых минеральных удобрений с микроэлементами для внекорневой подкормки способствовало росту посевных качеств семян люцерны изменчивой.

Заключение

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что из всех исследованных удобрений, наиболее эффективным для некорневой подкормки семенных посевов люцерны в фазу бутонизации является баковая смесь, состоящая из Акварина Марка 5 (3 кг/га) и Калия метабората (0,5 кг/га).

Экспериментально подтверждено, что применение баковой смеси водорастворимых минеральных удобрений Акварин Марка 5 (3 кг/га) и Калий метаборат (0,5 кг/га) на посевах люцерны изменчивой в фазу бутонизации приводит к повышению урожайности семян на 44,3% по сравнению с контролем.

Финансирование: исследование выполнено в рамках реализации Государственного задания по теме: «Разработка технологий производства высококачественного семенного материала экономически значимых сельскохозяйственных культур в условиях Уральского региона» (0532-2026-0010).

Литература

1. Мерзлая Г.Е., Борисова В.Б. Влияние удобрений и биопрепарата на урожайность и качество люцерны серповидной. // Плодородие. – 2023. – № 5 (134). – С. 50-54.
2. Яковлева М.Т. Биологические препараты на основе ассоциативных бактерий при возделывании люцерны в Центральной Якутии. // Кормопроизводство. – 2023. – № 1. – С. 12-15.
3. Косолапов В.М., Костенко С.И., Думачева Е.В., Чернявских В.И. Многолетние травы для пастбищ, газонов и рекультивации: селекция и практика. // Кормопроизводство. – 2022. – № 10. – С. 14-17.
4. Зотиков В.И., Полухин А.А., Грядунова Н.В. Развитие инновационных технологий в растениеводстве на основе селекционных достижений. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2023. – № 2 (46). – С. 5-9.
5. Косолапов В.М., Чернявских В.И. Кормопроизводство: состояние, проблемы и роль ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» в их решени. // Достижения науки и техники АПК. – 2022. – Т. 36. – № 4. – С. 5-14.

6. Косолапова В.Г., Косолапов В.М., Степанова Г.В. Аминокислотный состав люцерны разных сортов. // Кормопроизводство. – 2023. – № 8. – С. 18-21.
7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур – М.: – 1989. Вып. 2. – 197 с.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (С основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Книга по требованию, 2012. – 352 с.

References

1. Merzlaya G.E., Borisova V.B. Vliyaniye udobreniy i biopreparata na urozhaynost' i kachestvo lyutserny serpovidnoy [Effect of fertilizers and biopreparation on the yield and quality of sickleshaped alfalfa]. *Plodorodiye [Fertility]*, 2023, no. 5(134), pp. 50-54.
2. Yakovleva M.T. Biologicheskiye preparaty na osnove assotsiativnykh bakteriy pri vozdeleyvanii lyutserny v Tsentral'noy Yakutii [Biological preparations based on associative bacteria in the cultivation of alfalfa in Central Yakutia]. *Kormoproizvodstvo [Forage production]*, 2023, no. 1, pp. 12-15.
3. Kosolapov V.M., Kostenko S.I., Dumacheva E.V., Chernyavskikh V.I. Mnogoletniye travy dlya pastbishch, gazonov i rekul'tivatsii: selektsiya i praktika [Perennial grasses for pastures, lawns and reclamation: selection and practice]. *Kormoproizvodstvo [Forage production]*, 2022, no. 10, pp. 14-17.
4. Zotikov V. I., Polukhin A. A., Gryadunova N. V. Development of innovative technologies in crop production based on breeding achievements. *Legumes and Groat Crops*. 2023, no. 2 (46), pp. 5-9. DOI: 10.24412/2309-348X-2023 2-5-9. (In Russ.)
5. Kosolapov V. M., Chernyavskikh V. I. Fodder production: state, problems and role of the Federal Williams Research Centre of Fodder Production and Agroecology in their solving. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2022, no.36 (4), pp. 5–14. DOI: 10.53859/02352451-2022-36-4-5. (In Russ.)
6. Kosolapova V. G., Kosolapov V. M., Stepanova G. V. Amino acid composition of various alfalfa varieties. *Feed Production*. 2023, no.8, pp. 18-21. DOI: 10.25685/krm.2023.8.2023.004. (In Russ.)
7. The methodology of state variety testing of agricultural crops. Moscow: Kalinin Regional Printing House, 1989. Vol. 2. 197 p. (In Russ.)
8. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (S osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of field experiment (With the basics of statistical processing of research results)]. Moscow, Kniga po trebovaniyu Publ., 2012, 352 p.

DOI: 10.24412/2309-348X-2026-2-168-174

УДК: 633.111.1 «324» 631.526.32

НОВЫЙ СОРТ ПШЕНИЦЫ МЯГКОЙ ОЗИМОЙ ИЛЬВИНА

И.Д. ФАДЕЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук,

ORCID ID: 0000-0002-8453-5437, E-mail: fad-ir2540@mail.ru

Ф.Ф. КУРМАКАЕВ, научный сотрудник, ORCID ID: 0000-0003-2217-3060,

E-mail: agronome131@mail.ru

А.Э. ТАГИРОВ, младший научный сотрудник, ORCID ID 0009-0002-9151-9264,

E-mail: artemiitagirov@gmail.com

ТАТАРСКИЙ НИИСХ – ОБОСОБЛЕННОЕ СТРУКТУРНОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ
ФИЦ «КАЗАНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК», КАЗАНЬ

Аннотация. *Сорт пшеницы мягкой озимой Ильвина создан методом межсортовой гибридизации с последующим индивидуальным отбором из гибридной популяции Мироновская 808 x Казанская 285. Разновидность – лutesценс. Скрещивание произведено в 2005 году. Элитное растение выделено в 2009. Годы малого станционного испытания – 2014...2016. Конкурсное испытание проводилось в 2017...2019 годах. В 2025 году сорт Ильвина включен в Государственный реестр селекционных достижений, разрешенных к использованию по Средневолжскому и Волго-Вятскому регионам. Код сорта: 7954057. Патент № 13437 от 04.04.2024. Продолжительность вегетационного периода составляет 320...325 дней. Устойчив к полеганию при средней за годы испытаний высоте растений 62,5 см. Зимостойкость повышенная (85...92 %). В полевых условиях бурой ржавчиной и септориозом поражался слабо, корневыми гнилями – умеренно. При изучении на полях ТатНИИСХ в 2023-2025 годах урожайность сорта Ильвина составила 4,9 т/га (V=4,6%), что выше стандартного сорта на 0,7 ц/га. В среднем за годы изучения масса 1000 зерен сорта Ильвина составила 41,8 грамм (V=7,0%); натура зерна – 812 грамм на литр, а стекловидность – 68,7%. По содержанию клейковины и содержанию белка сорт Ильвина не превышал значения данных показателей у стандартного сорта, формируя при этом более высокую урожайность. Значения показателя сила муки варьировали у сорта Ильвина от 260 е.а. до 294 е.а., что позволяет отнести данный сорт к «ценным» пшеницам, а в наиболее благоприятные по метеоусловиям годы – к «сильным» по качеству зерна.*

Ключевые слова: озимая пшеница, сорт, устойчивость к полеганию, белок, коэффициент вариации, натура зерна, сила муки.

Для цитирования: Фадеева И.Д., Курмакаев Ф.Ф., Тагиров А.Э. Новый сорт озимой пшеницы Ильвина. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2026. № 2 (58):168-174. DOI: 10.24412/2309-348X-2026-2-168-174

NEW VARIETY OF SOFT WINTER WHEAT ILVINA

I.D. Fadeeva, F.F. Kurmakaev, A.E.Tagirov

TATAR RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE – SSU FRC «KazSC RAS»

Abstract. *The Ilvina winter soft wheat variety was created by intervarietal hybridization with subsequent individual selection from the hybrid population of Mironovskaya 808 x Kazanskaya 285. The variety is lutescens. The crossing was made in 2005. An elite plant was isolated in 2009. The years of small station trials were 2014-2016. Competitive trials were conducted in 2017-2019. In 2025, the Ilvina variety was included in the State Register of Varieties Permitted for Use in the Middle Volga and Volgo-Vyatka Regions. Variety code: 7954057. Patent No. 13437 dated 04.04.2024. The duration of the growing season is 320-325 days. The variety is resistant to lodging*

at an average plant height of 62.5 cm over the years of testing. Winter hardiness is increased (85...92%). In the field, it was slightly affected by brown rust and septoria, moderately by root rot. When studied in the fields of Tatar Research Institute of Agriculture in 2023-2025, the yield of the Ilvina variety was 4.9 t/ha (V=4.6%), which is 0.7 c/ha higher than the standard variety. On average, over the years of study, the weight of 1000 grains of the Ilvina variety was 41.8 grams (V=7.0%); the grain nature was 812 grams per liter, and the vitreousness was 68.7%. In terms of gluten content and protein content, the Ilvina variety did not exceed the values of these indicators for the standard variety, while forming a higher yield. The values of the flour strength indicator varied in the Ilvina variety from 260 alveograph units (a.u.) up to 294 a.u., which allows this variety to be classified as a "valuable" wheat, and in years with favorable weather conditions, as a "strong" grain quality variety.

Keywords: winter wheat, variety, lodging resistance, protein, coefficient of variation, grain unit, flour strength.

Введение

Среднее Поволжье относят к зоне неустойчивого, рискованного земледелия. Повышение среднесуточных температур воздуха в республике Татарстан в теплый период за последние 100 лет составило 10,0°C, при этом отмечают уменьшение количества осадков в период май–август в среднем на 6%, по сравнению с многолетними значениями [1]. В этой зоне часто складываются экстремальные условия для вегетации сельскохозяйственных культур, обусловленные весенними и весенне-летними засухами, резкими перепадами суточных температур в период формирования плодов и другими природными аномалиями [2, 3, 4]. Ежегодно в республике Татарстан высевается 350...400 тысяч гектар озимой пшеницы, которая дает стабильные урожаи зерна даже в засушливые годы. Сельхозпроизводителю нужны новые сорта, которые превосходят распространённые старые сорта как по урожайности, так и по адаптивности к неблагоприятным условиям произрастания [5]. Создание и широкое распространение в производстве новых адаптивных сортов – перспективный и экологически безопасный путь развития сельского хозяйства. Новый, более современный, высокопродуктивный сорт обеспечивает рост урожайности, устойчивость посевов к стрессовым факторам, способствует лучшему использованию природных и антропогенных ресурсов. Ведущим направлением в селекции на ближайшую перспективу должно стать не создание сортов вообще, приспособленных к условиям произрастания, а создание сортов, приспособленных к лимитирующим стресс- факторам окружающей среды конкретного региона, адаптивных к вызовам природы [6]. Новые сорта, как правило, обеспечивают повышение урожайности на 10-40% и не требуют дополнительных затрат [7, 8]. Повышение урожайности зерновых культур и, в частности озимой пшеницы, также должно базироваться на внедрении сортов, устойчивых к стрессовым факторам [9]. Повышение уровня урожайности и ее стабильности возможно только при одновременном возделывании целого спектра разнообразных по биологическим особенностям, но высоко адаптированных сортов, которые способны обеспечить высокую и устойчивую продуктивность в различных условиях среды [10].

Материалы и методы исследований

Полевые опыты проводили в 2023-2025 годах на полях лаборатории селекции озимой пшеницы Татарского НИИСХ в Лаишевском районе республики Татарстан. Предшественник – чистый пар. Почва опытного участка – серая лесная. Содержание гумуса (по Тюрину) – 3,8...4,4%, подвижного фосфора (по Кирсанову) – 290...450 мг/кг почвы, калия (по Кирсанову) – 162...185 мг/кг почвы, рН солевой вытяжки 5,4...5,8. Сроки посева и нормы высева – оптимальные для зоны. Площадь делянки 10 м². Повторность трехкратная. Математическую и статистическую обработку данных проводили по методике Б.А. Доспехова [11]. Оценку полегания проводили по методике, предложенной П.В. Дацюк и др. [12].

Метеоусловия в годы исследований различались по температуре и количеству осадков. Возобновление вегетации озимой пшеницы весной 2023 года отмечено в первую декаду апреля, а 18 апреля – переход температуры воздуха через 10°C. Выпавшие в первую

декаду мая осадки (60 мм) привели к дополнительному продуктивному кущению растений озимой пшеницы. В июне наблюдался дефицит осадков, а выпавшие осадки в июле в период налива зерна (20 мм) позволили сформировать крупное высоко натурное зерно. Гидротермический коэффициент за весенне-летний период вегетации озимой пшеницы составил 0,86.

Во второй декаде апреля 2024 года состоялся переход среднесуточных температур через +10°C, а в третью декаду апреля температуры воздуха на 6,3°C превышали среднеголетние значения. Однако, первая и вторая декады мая оказались холоднее нормы на 7,7 и 4,7 градусов соответственно; наблюдались заморозки с понижением температуры до минус 3,8°C. В июне температуры воздуха значительно превысили среднеголетние значения. Максимальные температуры воздуха достигли 33,1°C, а в первую декаду июля – 35,6°C. Высокие температуры и пониженная влажность воздуха привели к сокращению периода вегетации растений на 10-12 дней. Гидротермический коэффициент за период летней вегетации озимой пшеницы составил 0,72 (засушливые условия вегетации).

В 2025 году метеорологические условия с большим количеством осадков в период весеннего отрастания и кущения озимой пшеницы благоприятствовали нарастанию вегетативной массы, продуктивному кущению и закладке крупного колоса. Однако, влажная погода в фазу колошения – цветения привела к быстрому развитию бурой листовой ржавчины на листовой поверхности растений озимой пшеницы. Засушливые условия в июле в период налива и созревания способствовали формированию высокого содержания клейковины. Гидротермический коэффициент за летний период вегетации озимой пшеницы составил 1,5.

Результаты и их обсуждение

В результате многолетних испытаний методом межсортовой гибридизации с последующим индивидуальным отбором из гибридной популяции Мироновская 808 x Казанская 285 создан сорт пшеницы мягкой озимой Ильвина. Разновидность сорта Ильвина – лютеценс (рис. 1, 2) Скрещивание произведено в 2005 году. Элитное растение выделено в 2009. Годы малого стационарного испытания – 2014...2016. Конкурсное испытание проводилось в 2017...2019 годах. В 2025 году сорт Ильвина включен в Государственный реестр сортов, разрешенных к использованию по Средневолжскому и Волго-Вятскому регионам. Код сорта: 7954057. Патент № 13437 от 04.04.2024. Патентообладатель: ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук».



Рис. 1. Колосья сорта Ильвина



Рис. 2. Делянки сорта Ильвина

По данным Госкомиссии по сортоиспытанию и охране селекционных достижений (<https://gossortrf.ru/registry/gosudarstvennyy-reestr-selektionnykh-dostizheniy-dopushchennykh-k-ispolzovaniyu-tom-1-sorta-rasteni/ilvina-pshenitsa-myagkaya-ozimaya>) средняя урожайность в Волго-Вятском регионе составила 41,8 ц/га. Прибавка урожайности в республике Марий Эл к среднему стандарту составила 2,8 ц/га, в Нижегородской области к стандарту Скипетр – 6,0 ц/га, в Свердловской области к среднему стандарту – 6,1 ц/га при урожайности 25,0 ц/га, 83,0 ц/га и 22,9 ц/га соответственно. Максимальная урожайность по региону 114,7 ц/га получена в Нижегородской области в 2023 году. Средняя урожайность в Средневолжском регионе – 44,0 ц/га. Прибавка урожайности к среднему стандарту в республике Мордовия составила 1,3 ц/га, в республике Татарстан – 2,1 ц/га при урожайности 50,3 ц/га и 40,6 ц/га соответственно. Максимальная урожайность по региону 76,5 ц/га получена в Пензенской области в 2023 году.

Сорт Ильвина среднеспелый. В зависимости от метеоусловий года продолжительность вегетационного периода у сорта Ильвина составляет 320...325 дней. Сорт имеет прочную соломинку. Высота растений в среднем за годы испытаний – 62,5 см, что ниже стандартного сорта на 9,6 см (табл.1), что позволяет формировать высокую устойчивость к полеганию на уровне 4,8...5,0 баллов.

Таблица 1

Характеристика сорта Ильвина (2023-2025 гг.)

Показатели	Казанская 560 (ст.)	Ильвина
Вегетационный период, дни	320-330	320-325
Высота растения, см	71,8	62,2
Устойчивость к полеганию, балл	4,0-4,2	4,8-5,0
Зимостойкость, %	84-90	85-92

Устойчив к полеганию и осыпанию. Устойчивость к засухе выше средней. Зимостойкость повышенная (85...92%). В полевых условиях бурой ржавчиной и септориозом поражен слабо, корневыми гнилями умеренно. Восприимчив к снежной плесени на уровне стандарта. Сорт интенсивного типа, высоко отзывчив на внесение минеральных удобрений.

При изучении на полях ТатНИИСХ в среднем за три года изучения урожайность сорта Ильвина была выше стандартного сорта на 0,75 ц/га при коэффициенте вариации по годам равном 4,63 (табл. 2).

Таблица 2

Урожайность сортов озимой пшеницы, ц/га

Сорт (фактор А)	Годы (фактор В)				Стандартное отклонение	V, %
	2023	2024	2025	средняя		
Казанская 560 (ст.)	4,15	3,95	4,29	4,13	0,17	4,14
Ильвина	4,85	4,65	5,10	4,87	0,23	4,63
НСР ₀₅ по А				0,48		
НСР ₀₅ по В				0,35		

Максимальная урожайность сортами была получена в 2025 году наиболее благоприятном по метеоусловиям: 4,25 ц/га у сорта Казанская 560 и 5,10 ц/га у сорта Ильвина. В 2024 году в связи с высокими температурами воздуха урожайность была понижена у обоих сортов.

Масса 1000 зерен сорта Ильвина составила 41,8 грамм (V=7,0%) и превысила стандарт на 2,2 грамма (табл. 3). В среднем за годы изучения натура зерна сорта Ильвина составила 812 грамм на литр, а стекловидность 68,7%.

По содержанию клейковины и содержанию белка сорт Ильвина не превышал значения данных показателей у стандартного сорта, формируя при этом более высокую урожайность. Значения показателя сила муки варьировали у сорта Ильвина от 260 е.а. до 294 е.а., что

Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» № 2 (58) 2026 г. позволяет отнести данный сорт к пшеницам «ценным» по качеству зерна, а в наиболее благоприятные по метеоусловиям годы – к «сильным». Общая хлебопекарная оценка составила в среднем за три года 4,4 балла.

Таблица 3

Характеристика качества зерна сорта пшеницы мягкой озимой Ильвина (2023-2025 гг.)

Показатели	Казанская 560 (ст.).			Ильвина		
	Среднее лимиты	Стандартное отклонение	V, %	Среднее лимиты	Стандартное отклонение	V, %
Масса 1000 зерен, г	<u>39,6</u> 35...43,5	4,30	10,9	<u>41,8</u> 38,6...44,3	2,91	7,0
Натура зерна, г/л	<u>799</u> 794...825	23,46	2,9	<u>812</u> 800...818	10,12	1,2
Стекловидность общая, %	<u>67,3</u> 60...78	9,45	14,00	<u>68,7</u> 63...78	8,14	11,9
Содержание клейковины, %	<u>28,2</u> 28,0...28,5	0,28	1,0	<u>27,7</u> 27,7...31,2	1,30	4,7
ИДК	<u>94,0</u> 80...108	14,00	14,9	<u>85,3</u> 78...100	12,70	14,9
Содержание белка, %	<u>14,3</u> 14,0...14,9	0,52	3,6	<u>14,4</u> 14,0...15,0	0,53	3,7
Сила муки, е.а.	<u>273</u> 262...280	9,87	3,6	<u>280</u> 260...294	17,78	6,3
Общая хлебопекарная оценка, балл	<u>4,3</u> 4,2...4,4	0,1	2,7	<u>4,4</u> 4,2...4,5	0,17	3,9

Заключение

Новый, разрешенный к использованию, сорт Ильвина, обладает высокой зимостойкостью (85...92%), что является необходимым свойством для условий Среднего Поволжья. Сорт формирует стабильно высокую урожайность свыше 4,65 т/га за счет высокой массы 1000 зерен и устойчивости к полеганию. Сорт обладает зерном с высокими показателями технологического и реологического качества. Сорт Ильвина прошел испытания на хозяйственную годность и рекомендован к использованию в Средневолжском и Волго-Вятском регионах Российской Федерации.

Работа выполнена в рамках Государственного задания № 125031003428-9 «Совершенствование комплексных отечественных технологий селекции, растениеводства и животноводства на основе идентификации высокоценных генотипов, молекулярно-генетических методов, биотехнологий, конструирования адаптивных и высокопродуктивных агробиоценозов и агроэкосистем для производства экологически безопасной и функциональной продукции».

Литература

1. Шайтанов О.Л., Низамов Р.М., Захарова Е.И. Оценка влияния глобального потепления на климат Татарстана. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – № 4 (40). – С. 102-112. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-4-102-112.
2. Кадырова Ф.З., Климова Л.Р., Иматуллина Г.И., Сафин Р.И., Захаров В.Г. Эффективность использования новых морфобиотипов гречихи в селекции для засушливых условий Среднего Поволжья. // Вестник Казанского ГАУ. – № 2(74) 2024. – С. 12-17. DOI 10.12737/2073-0462-2024-12-17

3. Кадырова Ф.З., Кадырова Л.Р., Хуснутдинова А.Т. Новые сорта гречихи для засушливых условий среднего Поволжья. // *Зерновое хозяйство России*. – 2014. – № 2. – С. 54-57.
4. Амиров М.Ф., Шайхутдинов Ф.Ш., Сержанов И.М. Агробиологические основы формирования высококачественного урожая зерна видов яровой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья. // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. – 2019. – Т. 14. – № 4-1(55). – С. 5-9. DOI: 10.12737/2073-0462-2020- 5-9
5. Ионова Е.В., Лиховидова В.А., Газе В.Л. Изменение механизмов адаптивности и урожайности сортов озимой мягкой пшеницы в засушливых условиях по этапам сортосмены. // *Зерновое хозяйство России*. – 2021. – № 1(73). – С. 3-7. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-3-7
6. Засыпкина И.М., Донцова А.А. Результаты изучения параметров адаптивности озимого ячменя по предшественникам. // *Зерновое хозяйство России*. – 2024. – Т. 16, № 1. – С. 48-54. DOI: 10.31367/2079-8725-2024-90-1-48-54
7. Верхоламочкин С.В., Бельченко С.А., Васькина Т.И. Агрэкологическое испытание сортов и гибридов сорго кормового [SORGHUM BICOLOR (L.) MOENCH] в условиях юго-западной части Центральной России. // *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2021. – № 3. – С. 27-38.
8. Самофалов А.П., Подгорный С.В., Скрипка О.В., Чернова В.Л., Головкин А.А. Урожайность и адаптивность сортов озимой мягкой пшеницы разных периодов селекции. // *Зерновое хозяйство России*. – 2026. – Т.18. – №1. С. 58-66. DOI: 10.31367/2079-8725-2026-102-1-58-66
9. Фадеева И.Д., Курмакаев Ф.Ф. Сорта озимой пшеницы селекции Татарского НИИСХ для Среднего Поволжья. // *Зерновое хозяйство России*. – 2026. – Т.18, №1. – С. 5-8. DOI: 10.31367/2079-8725-2026-102-1-5-8
10. Сапега В.А., Турсумбекова Г.Ш. Урожайность, экологическая пластичность и стабильность сортов яровой мягкой и твердой пшеницы в южной лесостепи Тюменской области. // *Аграрная наука Евро-Северо Востока*. – 2020. – № 21(2). – С.114-123 DOI: 10.30766/2072-9081.2020.21.2.114-123
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: – Изд. «Альянс». – 2011. – 351 с.
12. Дацюк П.В., Антошина О.А., Петракова В.И., Веневцев В.З. Оценка состояния посевов озимой пшеницы по фазам вегетации в условиях Центрального района Нечерноземной зоны. Рязань. – 2007. – 38 с.

References

1. Shaytanov OL, Nizamov RM, Zakharova EI. [Assessment of the impact of global warming on the climate of Tatarstan]. *Zernobobovye i krupyanye kultury*. 2021, 4 (40), pp. 102-112. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-4-102-112 (in Russian)
2. Kadyrova F. Z., Klimova L. R., Imatullina G. I, Safin R. I., Zakharov V. G. The effectiveness of using new morphobiotypes of buckwheat in breeding for arid conditions of the Middle Volga region. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2024, no. 2(74). 12-17 p. DOI 10.12737/2073-0462-2024-12-17(in Russian)
3. Kadyrova F. Z., Kadyrova L. R., Khusnutdinova A. T. New varieties of buckwheat for arid conditions of the middle Volga region. *Zernovoe khozyaistvo Rossii*. 2014, no. 2, pp. 54-57 (in Russian)
4. Amirov M.F., Shaykhutdinov F.Sh., Serzhanov I.M., Serzhanova A.R., Aksakova V.V. Agrobiological bases of forming a high-quality crop of spring wheat species in the forest steppe of Middle Volga region. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2019, no. 4 (55), pp. 5-9, DOI: 10.12737/2073-0462-2020- 5-9 (in Russian)
5. Ionova E.V., Likhovidova V.A., Gaze V.L Changes in adaptability and productivity mechanisms of winter common wheat varieties under arid conditions at variety rotation stages. *Zernovoe khozyaistvo Rossii*. 2021, no. 1(73), pp. 3-7. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-3-7 (in Russian)

6. Zasyapkina I. M., Dontsova A. A. Study results of winter barley adaptability parameters according to forecrops. *Zernovoe khozyaistvo Rossii*. 2024, no. 16 (1), pp. 48–54. DOI: 10.31367/2079-8725-2024-90-1-48-54 (in Russian)
7. Verkholamochkin S.V., Bel'chenko S.A., Vas'kina T.I. Agroecological testing of forage sorghum varieties and hybrids [SORGHUM BICOLOR (L.) MOENCH] in the southwestern part of Central Russia. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*. 2021, no 3, pp.27-38.
8. Samofalov A.P., Podgorny S.V., Skripka O.V., Chernova V.L., Golovko A.A. Productivity and adaptability of winter common wheat varieties of different breeding periods. *Zernovoe khozyaistvo Rossii*. 2026, 18(1), pp. 58-66. DOI: 10.31367/2079-8725-2026-102-1-58-66 (in Russian)
9. Fadeeva I.D., Kurmakaev F.F. Adaptive capacity, stability and breeding value of winter wheat varieties developed by the Tatar research institute of agriculture. *Zernovoe khozyaistvo Rossii*. 2026, 18(1), pp. 5-8. DOI: 10.31367/2079-8725-2026-102-1-5-8 (in Russian)
10. Sapega V. A., Tursumbekova G. Sh. Yield, ecological plasticity and stability of varieties of spring soft and durum wheat in the southern forest steppe of the Tyumen region. *Agrarnaya nauka Evro Severo-Vostoka. Agricultural Science Euro-North-East*. 2020, no. 21(2), pp. 114-123 DOI: 10.30766/2072-9081.2020.21.2.114-123(in Russian)
11. Dospekhov B.A. Methodology of field experiment (with the basics of statistical processing of research results). Moscow: Alliance Publishing House. 2011, 351 p. (in Russian)
12. Datsyuk P.V., Antoshina O.A., Petrakova V.I., Venevtsev V.Z. Assessment of the condition of winter wheat crops by vegetation phases in the conditions of the Central region of the Non-Chernozem zone. Ryazan. 2007, 38 p. (in Russian)

DOI: 10.24412/2309-348X-2026-2-175-181

УДК: 63-05(470.319)

ТВОРЧЕСКИЙ ПУТЬ ЦУКАНОВОЙ ЗОИ РОМАНОВНЫ – ЗАСЛУЖЕННОГО РАБОТНИКА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ (ПОСВЯЩАЕТСЯ 85 – ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ И 70 – ЛЕТИЮ ТРУДОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ)

А.Н. ГУСЕВА, старший научный сотрудник, ORCID ID: 0009-0002-8711-8118

В.И. ПАНАРИНА, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0002-8038-343X

К.Ю. ЗУБАРЕВА, кандидат биологических наук, ORCID ID: 0000-0002-7083-6730

Е.В. ЛАТЫНЦЕВА, научный сотрудник, ORCID ID: 0009-0009-5760-8264

ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

E-mail: office@vniizbk.ru

***Аннотация.** В статье отражены основные этапы научной деятельности Зои Романовны Цукановой – известного учёного-семеновода, посвятившей свою жизнь развитию российской аграрной науки. Описаны главные периоды жизненного и творческого пути. Особое внимание уделено её вкладу в развитие методики современного семеноводства. В статье подробно освещены достижения Зои Романовны в области селекции и семеноводства зернобобовых, крупяных и зерновых культур, а также в организации и совершенствовании технологий семеноводства. Зоя Романовна является не только автором 108 научных публикаций, но и талантливым наставником, воспитавшим целую плеяду молодых учёных, которые сегодня продолжают работать в области сельскохозяйственной науки.*

Ключевые слова: биография, ученый, аграрная наука, семеноводство, публикации.

Для цитирования: Гусева А.Н., Панарина В.И., Зубарева К.Ю., Латынцева Е.В. Творческий путь Цукановой Зои Романовны – Заслуженного работника сельского хозяйства РФ (посвящается 85 – летию со дня рождения и 70 – летию трудовой деятельности). *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2026. № 2 (58):175-181. DOI: 10.24412/2309-348X-2026-2-175-181

THE CREATIVE PATH OF ZOYA ROMANOVNA TSUKANOVA – HONORED WORKER OF AGRICULTURE OF THE RUSSIAN FEDERATION (DEDICATED TO THE 85TH ANNIVERSARY OF HER BIRTHDAY AND 70TH ANNIVERSARY OF WORK)

A.N. Guseva, V.I. Panarina, K.Yu. Zubareva, E.V. Latyntseva

FSBSI FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS

***Abstract.** The article reflects the main stages of the scientific work of Zoya Romanovna Tsukanova, a famous seed scientist who dedicated her life to the development of Russian agricultural science. The key periods of her life and career are described. Particular attention is given to her contribution to the development of modern seed production methods. The article covers in detail Zoya Romanovna's achievements in the field of selection and seed production of legumes, cereals and grain crops, as well as in the organization and improvement of seed production technologies Zoya Romanovna is not only the author of 108 scientific publications but also a talented mentor who has trained a whole generation of young scientists who continue to work in the field of agricultural science today.*

Keywords: biography, scientist, agricultural science, seed production, publications.



*Заслуженный работник сельского хозяйства Российской Федерации
Цуканова З.Р., к. с.-х. наук*

В текущем году исполняется 85 лет со дня рождения известного ученого в области семеноводства, кандидата сельскохозяйственных наук, Заслуженного работника сельского хозяйства РФ Зои Романовны Цукановой. Её многолетняя научная и практическая деятельность внесла весомый вклад в развитие селекции и семеноводства зернобобовых, крупяных и зерновых и культур. Всю трудовую деятельность почти 70 лет она посвятила одной организации – Федеральному государственному бюджетному научному учреждению «Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур».

Цуканова З.Р. родилась 2 июня 1941 года в деревне Хвощ, Орловского района, Орловской области. Училась в Болотовской начальной, Пахомовской семилетней, Большесотниковской средней школах в 1948-1958 годах.

Трудовой путь она начала сразу после окончания школы с простого рабочего на Орловской опытной станции по конопле ВНИИ лубяных культур. Обладая критическим мышлением, жадной новых открытий в 1962 году Зоя Романовна принимает решение посвятить свой жизненный путь

научной среде и переходит на должность лаборанта в лабораторию генетики и цитологии. Эта лаборатория была одной из первых в стране, где после мрачных лет «лысенковщины» возрождалась отечественная наука. Спустя 3 года за плодотворную работу Цуканова З.Р. была переведена на должность младшего научного сотрудника. Совмещая учёбу и работу с 1964 по 1970 гг. успешно заканчивает обучение на агрономическом факультете в Курском сельскохозяйственном институте. В 1968 году переходит на работу в лабораторию семеноведения и первичного семеноводства в должности агронома, а с 1972 года - младшим научным сотрудником.

Сочетая в себе профессиональные компетенции, добросовестность, коммуникабельность, умение работать в команде в 1975 году руководство ВНИИ ЗБК назначает Зою Романовну заведующей лабораторией первичного семеноводства, которую она возглавляет и по сегодняшний день.

Имеющийся научно-производственный опыт и знания позволили с успехом в 2003 году Зое Романовне защитить кандидатскую диссертационную работу на тему: «Биологические и организационно-методические основы семеноводства гороха». В ней были представлены рекомендации ведения первичного семеноводства сортов гороха нового поколения методом индивидуально-семейного отбора в условиях жесткой браковки элитных растений и семей по апробационной типичности, устойчивости к болезням, вредителям и элементам семенной продуктивности, что позволяет сохранить генетическую чистоту сорта при репродукции.

С 2004 года по 2009 год Цуканова З.Р. возглавляла отдел семеноводства, с 2009 годы и по настоящее время является заведующей лабораторией семеноведения и первичного семеноводства.

За 68 летний период работы Цукановой З.Р. в соавторстве с коллегами было создано 19 сортов различных сельскохозяйственных культур: озимая пшеница Арбатка (1994 г.), горох посевной Памяти Варлахова (2001 г.), пшеница озимая Труженица (2001 г.), горох посевной Юниор (2003 г.), яровая вика Никольская (2004 г.), соя Ланцетная (2004 г.), люпин узколистный Орловский сидерат (2006 г.), гречиха Темп (2010 г.), ячмень Ассоль (2006 г.) и Радонеж (2009 г.), горох Содружество (2011 г.), люпин узколистный Орловский сидерат 2

Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» № 2 (58) 2026 г. (2016 г.), клевер луговой Сувенир (2017 г.), пшеница озимая Стрелецкая 12 (2017 г.), соя Осмонь (2018 г.), пшеница озимая Валторна (2019 г.), ячмень яровой Стрелецкий 57 (2021 г.), просо африканское Гурсо (2021 г.), озимая пшеница Скипетр 2 (2023 г.) [1].



Заслуженный работник сельского хозяйства РФ, кандидат с.-х. наук Цуканова З.Р. – соавтор сорта озимой мягкой пшеницы Скипетр 2

Цуканова З.Р. особое внимание уделяет разработке схем и технологий ведения первичного семеноводства зерновых, зернобобовых, крупяных культур и многолетних трав, внедрению системы рационального и экономически обоснованной организации промышленного семеноводства и технологических процессов [2-4].

Участвовала в разработке предложений по совершенствованию системы российского семеноводства, внесла значительный вклад в формирование государственных программ в области растениеводства, таких как «Соя», «Кормовой белок», а

также в создание комплексной программы по семеноводству зернобобовых культур и Стратегии развития селекции и семеноводства в России. Принимает участие во внедрении научно- обоснованных подходов к ведению агропромышленного комплекса, в том числе в Орловской области.

Цуканова З.Р. являлась членом национального технического комитета ТК 359 «Семена и посадочный материал», где участвовала в разработке стандартов и нормативов для отрасли, в настоящее время является членом Национального союза селекционеров и семеноводов.



Вручение Цукановой З.Р. ведомственной общественной награды - медали Национального союза селекционеров и семеноводов (НССиС) «За достойный вклад в развитие селекции и семеноводства», 25.06.2025 год (слева-направо: и.о. директора ФГБНУ ФНЦ ЗБК Стебаков В.А, заслуженный работник сельского хозяйства РФ Цуканова З.Р., генеральный директор (НССиС) Михелев А.В.)

Признанием ее заслуг стало получение медали «Ветеран труда» (1984), Золотой медали ВДНХ СССР «За достигнутые успехи в развитии народного хозяйства СССР» (1992), медали «Ветеран труда ВНИИЗБК» (2001), Юбилейной медали «300 лет Российской академии Наук» (2022), медали Национального союза селекционеров и семеноводов «За достойный вклад в развитие селекции и семеноводства» (2025). Зоя Романовна награждена многочисленным количеством грамот и благодарностей Министерства сельского хозяйства РФ, Департамента сельского хозяйства Орловской области.

В 2014 году Цукановой Зое Романовне присвоено звание «Заслуженный работник сельского хозяйства Российской Федерации».

За время ее работы было расширено научное сотрудничество с сельхозтоваропроизводителями, научными учреждениями сельскохозяйственного направления, зарубежными представителями науки и производства. Под руководством Зои Романовны в Центре сохранено и получило развитие первичное и элитное семеноводство.

Обладая высокой квалификацией и значительным практическим опытом, активно оказывает научно-консультативную и методическую поддержку работникам сельского хозяйства различных регионов страны по вопросам производства сортовых семян.

В настоящее время лаборатория семеноведения и первичного семеноводства ФГБНУ ФНЦ ЗБК под руководством заслуженного работника сельского хозяйства Российской Федерации, кандидата сельскохозяйственных наук Цукановой З.Р. обеспечивает эффективное выполнение государственных функций в действующей системе: наука – экспериментальная проверка – производство семян, что способствует внедрению в сельскохозяйственное производство инновационных разработок в области растениеводства.

Ежегодно лаборатория производит оригинальные семена свыше 25 сортов по 11 сельскохозяйственным культурам общим объёмом 450-500 тонн. Высококачественные семена, произведенные в лаборатории семеноведения и первичного семеноводства, реализуются в различные регионы России, что позволяет увеличить площади посевов, засеянных семенами отечественного производства новых и перспективных сортов зерновых, зернобобовых и крупяных культур в современных реалиях импортозамещения.



З.Р. Цуканова информирует участников Дня поля о результатах научных исследований (слева направо: Клычков А.Е., губернатор Орловской области; Зюганов Г.А., депутат Государственной думы, председатель ЦК КПРФ; Борзенков С.П., руководитель Департамента сельского хозяйства Орловской области), 2023 год

По результатам научных исследований Цукановой З.Р. в соавторстве опубликовано 108 научных работ. Её исследования посвящены разработке биологических и организационно-методических основ семеноводства зернобобовых, крупяных и зерновых культур, совершенствованию методов отбора элитных растений, сохранению сортовой чистоты и повышению урожайности, экономическому анализу производства семян, изучению эффективности применения гуминовых препаратов, биостимуляторов, фунгицидов и других экологически безопасных средств для предпосевной обработки семян и внекорневой подкормки [5, 6]. Её научные исследования позволили усовершенствовать схемы полевых испытаний в первичном семеноводстве, повысить достоверность отбора, а также разработать рекомендации по рациональному размещению семеноводства в России. Особое внимание уделялось сохранению генетической чистоты сортов и внедрению новых технологий в производство семян.

Неиссякаемая энергия, неустанный поиск, терпение и великая страсть к познанию, меняющая мир, а также личное обаяние, снискали к Зое Романовне глубокое уважение среди коллег, единомышленников и многочисленных учеников, которые отмечают, что для юбиляра агрономия не просто профессия, а настоящее призвание на стыке науки и природы длиною в жизнь.

Сегодня говорят, что Зое Романовне 85 лет. Но никто не дает ей этого возраста. Живая, энергичная, с уверенной твердой походкой по полям семеноводческих посевов спозаранку до начала рабочего дня, с неумным трудолюбием и оптимизмом!!! Несмотря на загруженность на работе, воспитала 4 дочерей, связавших свою жизнь с научно-педагогической деятельностью.

Юбилей Зои Романовны Цукановой – это значимое событие для всего научного сообщества. Её труды стали фундаментом для современных достижений в семеноводстве, а накопленный опыт продолжает служить основой для новых направлений исследований.



*Член-корреспондент РАН,
д. с.-х. н., профессор Зотиков В.И.,
заслуженный работник сельского
хозяйства РФ, к.с.-х.н. Цуканова З.Р.
на семеноводческих посевах ФНЦ ЗБК,
2007 год*

*Нет для разумного недопустимого:
он не ответит: «Не может быть!»,
он в допустимости видит стимул
понять, куда она, эта нить.*

(С.Е. Поповкин)

Цуканова Зоя Романовна отзывчивый, светлый, чуткий, принципиальный, объективный и интеллигентный человек, обладающий высоким профессионализмом и патриотичностью. Вся ее жизнь неразрывно связана со служением отечественной науке и развитием сельского хозяйства РФ.

От всей души поздравляем Зою Романовну с 85-летием! Желаем неиссякаемой энергии, творческого вдохновения, крепкого здоровья, благополучия и дальнейших успехов в научной и производственной деятельности!

2 июня 2026 года на расширенном заседании Учёного совета ФНЦ ЗБК, посвящённом Юбилею Зои Романовны, с поздравлениями выступили: В.А. Стебаков, и.о. директора ФНЦ ЗБК, кандидат с.-х. наук; С.П.

Борзенков, заместитель Губернатора Орловской области в Правительстве Орловской области по развитию агропромышленного комплекса; М.А. Жилин, заместитель председателя комитета по аграрной политике Орловского областного Совета народных депутатов; Е.В. Журавлёва, советник президента РАН, доктор с.-х. наук, профессор РАН; С.Д. Князев, директор ВНИИСПК, доктор с.-х. наук; Н.В. Котов, руководитель филиала Россельхозцентра по Орловской области; Н.В. Котов, руководитель филиала Россельхозцентра по Орловской

Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» № 2 (58) 2026 г. области; О.А. Савенкова, заместитель главы Орловского муниципального округа; Т.Л. Иванеха, врио директора Орловского филиала «Агрохимическая служба России»; Л.В. Бочарова, начальник отдела осуществления государственных полномочий в области земледелия, животноводства и механизации Департамента сельского хозяйства Орловской области; Б.А. Вороничев, ведущий технолог АО Фирма «Август»; коллектив Орловского ГАУ имени Н.В. Парахина; В.С. Сидоренко, заместитель директора по научной и селекционной работе, кандидат с.-х. наук, А.М. Задорин, заведующий лабораторией селекции зернобобовых культур, кандидат с.-х. наук; от коллектива лаборатории семеноведения и первичного семеноводства, руководителем которой является З.Р. Цуканова, научные сотрудники А.Н.Гусева и А.К. Асадбеков и другие.

Поздравительные открытки прислали: директор ФНЦ гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова, академик РАН В.А. Шевченко; директор Белгородского ФАНЦ, академик РАН С.И. Тютюнов; директор ВНИИ люпина – филиала ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», д.с.-х.н. М.Ю. Анишко; директор АНЦ «Донской» В.И. Пахомов; директор ФНЦ Садоводства, д.э.н. Т.А. Тумаева и научный руководитель ФНЦ Садоводства, академик РАН И.М. Куликов; директор Прикаспийского аграрного федерального научного центра, член-корр. РАН Н.В. Тютюма; врио директора ФИЦ «Немчиновка» Н.П. Елаткин; коллектив ООО «АСТ» и другие.



Расширенное заседание Учёного совета ФНЦ ЗБК, посвящённое юбилею Зои Романовны Цукановой (2 июня 2026 г.)



С поздравлениями Борзенков С.П., заместитель Губернатора Орловской области в Правительстве Орловской области по развитию агропромышленного комплекса

Литература

1. Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию: официальное издание. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2024. – 620 с.
2. Цуканова З.Р., Гусева А.Н., Латынцева Е.В., Асадбеков А.К. Первичное семеноводство нового сорта озимой пшеницы Скипетр 2 селекции ФГБНУ ФНЦ ЗБК. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2025. – № 3(55). – С. 106-111. – DOI 10.24412/2309-348X-2025-3-106-111. – EDN CFUGVX.
3. Гусева А. Н., Цуканова З.Р. Экономическая эффективность семеноводства гречихи в питомниках первичного семеноводства. // Селекция и сорторазведение садовых культур. – 2025. – Т. 12. – С. 34-36. – EDN SVBBZC.
4. Полухин А.А., Цуканова З.Р., Гусева А.А., Молошонок А. А., Латынцева Е.В. Организация первичного семеноводства новых сортов зерновых, зернобобовых, крупяных культур и сои. // Земледелие. – 2022. – № 5. – С. 28-31. – DOI 10.24412/0044-3913-2022-5-28-31. – EDN OMGFMW.
5. Ерохин А.И., Цуканова З.Р., Гусева А.Н., Латынцева Е.В., Асадбеков А.К. Влияние совместного применения препарата Флор Гумата универсального и фунгицида Титул Дуо, ККР на урожайность гороха сорта Спартак при внекорневой обработке растений. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2024. – № 4(52). – С. 29-34. – DOI 10.24412/2309-348X-2024-4-29-34. – EDN ADQHIO.
6. Кирсанова Е.В., Цуканова З.Р., Мельник А.Ф., Смит И.Н. Оценка эффективности применения физиологически активных веществ в семеноводстве гороха. // Вестник аграрной науки. – 2023. – № 2(101). – С. 19-28. – DOI 10.17238/issn2587-666X.2023.2.19. – EDN BLEGYA.

References

1. State Register of Agricultural Plant Varieties and Hybrids Approved for Use: Official Publication. Moscow, FSBSI “Rosinformagrotech Publ.,” 2024, 620 p.
2. Tsukanova Z.R., Guseva A.N., Latyntseva E.V., Asadbekov A.K. Initial seed production of the new winter wheat variety “Scepter 2,” developed by the FSBSI Federal Research Center for Legumes and Groat Crops. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2025, no. 3(55), pp. 106-111, DOI 10.24412/2309-348X-2025-3-106-111, EDN CFUGVX.
3. Guseva A. N., Tsukanova Z.R. The economic efficiency of buckwheat seed production in primary seed production nurseries. *Selektsiya i sortorazvedenie sadovykh kul'tur*, 2025, Vol. 12, pp. 34-36, EDN SVBBZC.
4. Polukhin A.A., Tsukanova Z.R., Guseva A.A., Moloshonok A. A., Latyntseva E.V. Establishment of primary seed production for new varieties of cereals, legumes, grain crops, and soybeans. *Zemledelie*, 2022, no. 5, pp. 28-31, DOI 10.24412/0044-3913-2022-5-28-31, EDN OMGFMW.
5. Erokhin A.I., Tsukanova Z.R., Guseva A.N., Latyntseva E.V., Asadbekov A.K. The effect of the combined application of Flor Gumat Universal and the fungicide Titul Duo, KKR on the yield of Spartak peas following foliar treatment. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2024, no. 4(52), pp. 29-34, DOI 10.24412/2309-348X-2024-4-29-34, EDN ADQHIO.
6. Kirsanova E.V., Tsukanova Z.R., Mel'nik A.F., Smit I.N. An Evaluation of the Effectiveness of Using Bioactive Compounds in Pea Seed Production. *Vestnik agrarnoi nauki*, 2023, no. 2(101), pp. 19-28, DOI 10.17238/issn2587-666X.2023.2.19, EDN BLEGYA.

DOI: 10.24412/2309-348X-2026-2-182-192

УДК: 633.11

СЕЛЕКЦИЯ ПШЕНИЦЫ – ДЕЛО ВСЕЙ ЖИЗНИ АКАДЕМИКА РАН БАГРАТА ИСМЕНОВИЧА САНДУХАДЗЕ

Е.В. ЖУРАВЛЕВА^{1,2}, доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН,
ORCID ID 0000-0002-3253-0730, E-mail: zhuravla@yandex.ru

С.В. ФУРСОВ², кандидат экономических наук, ORCID ID 0009-0008-7325-2563,
E-mail: fursov74@mail.ru

¹ ФГБУ «РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК»

² ФГБУН ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ УПРАВЛЕНИЯ ИМ. В.А. ТРАПЕЗНИКОВА РАН



***Аннотация.** Статья посвящена жизни и деятельности выдающегося российского ученого в области агрономии и селекции, академика РАН Баграта Исменовича Сандухадзе, внесшего значительный вклад в создание новых сортов озимой пшеницы в нашей стране. Его работа охватывала множество аспектов селекции, включая и агротехнологию возделывания озимой пшеницы, являющейся основной зерновой культурой в России. Пшеница, занимая около трети всех посевных площадей, играет важнейшую роль в обеспечении продовольственной безопасности и экспортного потенциала нашей страны. В статье рассказывается о Немчиновской научной школе селекции и земледелия – одной из ведущих и авторитетных селекционных школ по зерновым культурам в России, основоположниками которой можно считать академика АН СССР и ВАСХНИЛ 1931-2025 гг.*

Н.В. Цицина, профессора В.Е. Писарева, академика ВАСХНИЛ Э.Д. Неттевича, член-корреспондента ВАСХНИЛ Е.Т. Вареницу. Одним из ярких представителей данной школы был и академик Б.И. Сандухадзе, в течение шестидесяти лет создававший со своими коллегами в ФИЦ «Немчиновка» (ранее – Научно-исследовательский институт сельского хозяйства центральных районов Нечерноземной зоны «Немчиновка», Московский научно-исследовательский институт сельского хозяйства «Немчиновка») высокопродуктивные сорта мягкой озимой пшеницы для условий Центрального района Нечерноземной зоны.

Ключевые слова: Б.И. Сандухадзе, Немчиновка, пшеница, озимая пшеница, зерно, селекция, селекционные школы, сорт, урожайность, сельское хозяйство.

Для цитирования: Журавлева Е.В., Фурсов С.В. Селекция пшеницы – дело всей жизни академика РАН Баграта Исменовича Сандухадзе. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2026. № 2 (58):182-192. DOI: 10.24412/2309-348X-2026-2-182-192

**WHEAT BREEDING IS THE LIFE'S WORK OF AN ACADEMICIAN OF THE RUSSIAN
ACADEMY OF SCIENCES
BAGRAT ISMENOVICH SANDUKHADZE**

E.V. Zhuravleva^{1,2}, S.V. Fursov²

Abstract. *The article is devoted to the life and work of an outstanding Russian scientist in the field of agronomy and breeding, Academician of the Russian Academy of Sciences Bagrat Ismenovich Sandukhadze who made a significant contribution to the creation of new varieties of winter wheat in our country. His work covered many aspects of breeding, including the agrotechnology of winter wheat cultivation, which is the main grain crop in Russia. Wheat, occupying about a third of all sown areas, plays a crucial role in ensuring food security and the export potential of our country. The article describes the Nemchinov Scientific School of Breeding and Agriculture, one of the leading and most respected breeding schools for grain crops in Russia, founded by Academician N.V. Tsitsin of the USSR Academy of Sciences and the All-Union Agricultural Academy, Professor V.E. Pisarev, Academician E.D. Netevich of the All-Union Agricultural Academy, and Corresponding Member E.T. Varenitsa of the All-Union Agricultural Academy. One of the most prominent representatives of this school was Academician B.I. Sandukhadze, who spent sixty years creating high-yielding varieties of soft winter wheat for the Central region of the Non-Chernozem zone with his colleagues at the Federal Research Center Nemchinovka (formerly the Research Institute of Agriculture for the Central Regions of the Non-Chernozem Zone Nemchinovka and the Moscow Research Institute of Agriculture Nemchinovka).*

Keywords: B.I. Sandukhadze, Nemchinovka, wheat, winter wheat, grain, breeding, breeding schools, variety, yield, agriculture.

Баграт Исменович Сандухадзе родился 20 апреля 1931 года в селе Орсантия Зугдидского района Грузинской ССР. После службы в армии окончил с отличием сельскохозяйственный техникум в Грузии, что стало первым важным шагом на его профессиональном пути. В 1962 году он заканчивает агрономический факультет Московской сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева. В 1962-1963 гг. – директор учебного хозяйства Диди-Джихаишского сельскохозяйственного техникума в Грузии. Однако стремление к науке привело Б.И. Сандухадзе в 1963 году в Научно-исследовательский институт сельского хозяйства центральных районов Нечерноземной зоны «Немчиновка», где он начал свой долгий путь ученого в должности младшего научного сотрудника в лаборатории селекции озимой ржи. С 1966 по 1969 год Б.И. Сандухадзе продолжил свое обучение в аспирантуре, специализируясь на селекции яровой пшеницы. С 1969 по 1979 год он занимал должность старшего научного сотрудника в лаборатории селекции озимой пшеницы. В 1979 году стал заведующим лабораторией отдаленной гибридизации, что позволило ему расширить свои научные горизонты и заняться новыми направлениями в селекции. С 1980 по 1983 год Б.И. Сандухадзе работал заместителем директора института по селекционной работе и заместителем руководителя селекционного центра. В 1969 году Б.И. Сандухадзе защитил кандидатскую диссертацию на тему «Изучение и разработка методов создания стерильных аналогов в селекции гибридной пшеницы», в 1993 году – докторскую, на тему «Методы и результаты селекции озимой пшеницы в Центральном районе Нечерноземной зоны Российской Федерации». В 1984 году он вновь вернулся к своей любимой области, заняв пост заведующего лабораторией селекции озимой пшеницы, где активно работал до 2016 года. С 2016 года Б.И. Сандухадзе стал главным научным сотрудником лаборатории селекции и первичного семеноводства озимой пшеницы ФИЦ «Немчиновка», продолжая вносить свой вклад в агрономическую науку и обучение новых специалистов. Его научные достижения были отмечены высокими наградами и званиями: в 2001 году он становится членом-корреспондентом, а в 2005 года – академиком Российской академии сельскохозяйственных наук, с 2013 года – академиком Российской академии наук по Отделению сельскохозяйственных наук.

На протяжении долгого времени озимая пшеница в Нечерноземье считалась бесперспективной культурой, не способной приносить высокие урожаи из-за

неблагоприятных погодных условий. Возделывание озимой пшеницы в этом регионе носило лишь очаговый характер и средняя урожайность не превышала 7-8 ц/га.

Однако, благодаря научным исследованиям и селекционной работе в лаборатории селекции и первичного семеноводства озимой пшеницы под руководством Б.И. Сандухадзе, ситуация кардинально изменилась: были выведены новые сорта мягкой озимой пшеницы, которые отличались коротким стеблем, высокой зимостойкостью, устойчивостью к полеганию и различным патогенам, что делало их более жизнеспособными в условиях Нечерноземья. Эти сорта также обладали высоким качеством зерна (содержание белка – до 20%, клейковины – до 40%) и потенциалом продуктивности, значительно превышающим 100 центнеров с гектара.

Селекционеры ФИЦ «Немчиновка», в том числе в сотрудничестве с коллегами из других научных организаций, создали более 180 сортов зерновых и зернобобовых культур. В настоящее время около 130 различных культур немчиновской селекции внесены в Госсортреестр и допущены к использованию на территории нашей страны. Сорта зерновых и зернобобовых культур активно возделываются в 12 регионах страны на площади свыше 8 млн га. Эти сорта обеспечивают до 20% от общего объема валовых сборов зерна по всей стране [1]. Наиболее востребованными сортами среди сельхозпроизводителей Нечерноземной зоны, а также Центрально-Черноземного экономического района и Поволжья являются сорта именно немчиновской селекции, что объясняется их высокой урожайностью и адаптивностью к местным условиям.

В настоящее время в Госсортреестр внесено около 20 сортов мягкой озимой пшеницы селекции Б.И. Сандухадзе с коллегами и учениками из ФИЦ «Немчиновка» и других НИИСХ. Часть созданных сортов являются своеобразными эталонами качества – сильная и ценная пшеница, используемая как для производства качественной хлебопекарной муки, так и в качестве улучшителя для других пшениц (табл.).

Таблица

Сорта мягкой озимой пшеницы селекции Б.И. Сандухадзе в соавторстве с коллегами

Сорт	Год включения в Госреестр	Характеристика сорта
Заря	1978	Сильная пшеница
Янтарная 50	1985	Ценная по качеству
Инна	1991	Ценная по качеству
Памяти Федина	1993	
Московская 39	1999	Сильная пшеница
Галина	2005	
Ангелина	2006	
Немчиновская 24	2006	
Московская 56	2008	Ценная по качеству
Немчиновская 57	2009	
Московская 40	2011	Сильная пшеница
Виола	2013	Ценная по качеству
Немчиновская 17	2013	Ценная по качеству
БИС	2016	
Московская 82	2021	Ценная по качеству
Немчиновская 85	2021	Сильная пшеница



Академик РАН Б.И. Сандухадзе

Одним из самых известных результатов работы Б.И. Сандухадзе стал сорт мягкой озимой пшеницы Московская 39, который был создан в соавторстве с Н.С. Беркутовой, В.В. Бугровой, Е.Т. Вареницей, С.М. Градсковым, Т.Д. Густых, Г.В. Кочетыговым, В.И. Петраковой и С.Е. Скатовой. Этот уникальный сорт, созданный индивидуальным отбором из гибридной популяции (Обрий × Янтарная 50), выделяется своей высокой урожайностью и превосходными качественными характеристиками зерна. Его появление стало настоящим прорывом для сельского хозяйства Центрального района Нечерноземья, так как дало возможность наладить собственное производство продовольственной пшеницы. Это существенно расширило «пшеничный пояс» России и сыграло важную роль в обеспечении продовольственной безопасности страны.

Ежегодно селекционеры ФИЦ «Немчиновка» передают на государственные сортоиспытания новые сорта и линии различных сельскохозяйственных культур. В течение 2022 и 2023 годов было передано сразу 6 перспективных линий озимой мягкой пшеницы: Немчиновская 14, Московская 31, Немчиновская 44, Московская 28, Московская 42 и Васильевна. Эти новые линии пшеницы демонстрируют высокие результаты и находятся на уровне, близком к эталонной модели сорта, которую заранее определяют селекционеры, учитывая в ней наиболее важные показатели продуктивности, хозяйственно полезные признаки и свойства, а также качественные показатели. При этом для условий Нечерноземья лимитирующими факторами среды являются зимы, ледяная корка, снижающие перезимовку пшеницы и обилие осадков в период налива зерна, провоцирующее сильное полегание посевов [2].

Одними из последних работ академика Б.И. Сандухадзе, опубликованными в соавторстве с коллегами и учениками, стали работы, посвященные новым высокоурожайным, пластичным и стабильным сортам озимой мягкой пшеницы, которые были переданы на государственные сортоиспытания, в том числе новому сорту Московская 74 [3, 4].

В 2003 году Б.И. Сандухадзе было присвоено почетное звание Заслуженный деятель науки Российской Федерации, а в 2014 году он стал Лауреатом престижной Демидовской премии, как ученый, внесший выдающийся вклад в развитие науки в России.

Селекционный процесс по созданию новых высокопродуктивных сортов пшеницы может длиться 10 и даже 15 лет. Как часто говорил академик Б.И. Сандухадзе, в среднем пик мастерства селекционера приходится на 60-65 лет. До этого возраста селекционер накапливает необходимый опыт, ежегодно обрабатывает массу результатов, и только в этом

случае возможен успех, но тоже не гарантирован. Ведь из ста селекционеров только три-четыре выводят высокопродуктивные сорта, остальные получают лишь исходный материал для последующих опытов и дальнейшей селекционной работы.

Один из авторов этой статьи, Е.В. Журавлева, сохранила личные теплые воспоминания об академике Б.И. Сандухадзе: «С Багратом Исменовичем я познакомилась, придя в Немчиновку на практику после четвертого курса Тимирязевской сельскохозяйственной академии и сразу погрузилась в круговорот селекционной жизни – для меня открылся восхитительный мир озимой пшеницы. Проводником в этом мире стал Баграт Исменович, ставший впоследствии моим научным руководителем и консультантом при написании кандидатской и докторской диссертаций в легендарной Немчиновке. Его любовь к озимой пшенице восхищала всех, кто с ним встречался – в полях, за праздничным столом или на научных конференциях. Так как переживал Баграт Исменович за свою озимую пшеницу, как ждал весну и как только сошел снег спешил на селекционные делянки здороваться со «своими детьми» – навсегда оставалось сильным впечатлением у каждого, кто был рядом».

Озимая пшеница является одной из ключевых продовольственных культур и стратегически значимым ресурсом для обеспечения продовольственной безопасности страны. Эта культура также имеет значительный экспортный потенциал, что делает ее особенно важной для экономики современной России. Пшеница озимых сортов составляет значительную часть всей зерновой продукции страны. Ожидается, что урожайность пшеницы будет постепенно увеличиваться как в России, так и в других странах мира. Это связано с активным внедрением современных технологий в агрономическую практику, улучшением методов обработки почвы, а также с прогрессом в области селекции и генетики. Разработка новых сортов пшеницы, обладающих высокими показателями устойчивости к неблагоприятным климатическим условиям и болезням, позволит сельхозпроизводителям получать более стабильные и высокие урожаи.



*Участники семинара «День поля на Шатиловской СХОС»:
академики РАН Е.С. Строев, Б.И. Сандухадзе, А.А. Жученко, Н.В. Парахин
и другие. 2007 г.*

Советская школа селекции пшеницы была одной из самых передовых и сильных в мире. Имена таких выдающихся селекционеров, как Н.И. Вавилов, Н.И. Цицин, П.П. Лукьяненко, В.Н. Ремесло, А.П. Шехурдин и И.Г. Калинин, известны не только в нашей стране, но и далеко за ее пределами. Эти ученые внесли значительный вклад в теорию и практику селекции пшеницы, что позволило их ученикам и последователям создавать новые высокопродуктивные сорта.

В настоящее время традиции этой школы продолжают развивать российские селекционеры, внося свой неоценимый вклад в мировую сельскохозяйственную науку.

В разработку новых и улучшение традиционных методов селекции озимой пшеницы в России значительный вклад внесли и работы академика РАН Б.И. Сандухадзе. Его выдающийся талант селекционера, подкрепленный многолетними научными изысканиями и обширным практическим опытом, стал прочной основой для создания в ФИЦ «Немчиновка» новых сортов этой ключевой сельскохозяйственной культуры. Исследования и эксперименты по созданию новых сортов озимой пшеницы, проведенные Б.И. Сандухадзе совместно с его коллегами, доказали, что в Нечерноземной зоне можно достигать высоких урожаев качественного зерна.

Более шестидесяти лет посвятил академик Б.И. Сандухадзе выведению новых высокопродуктивных сортов озимой пшеницы. Его труд стал ярким примером истинной преданности своему делу. Для академика Б.И. Сандухадзе селекция озимой пшеницы была не просто работой, она стала настоящим призванием, делом всей жизни. Благодаря таким ученым, как он, российская селекционная школа по пшенице продолжает развиваться, а новые сорта, создающиеся теперь уже его учениками и коллегами, способствуют устойчивому развитию аграрного сектора и обеспечению продовольственной безопасности нашей страны.

В одном из интервью, Баграт Исменович так объяснял секрет своего долголетия и поразительной работоспособности: «Возможно, мои растения дают мне какой-то жизненный импульс, заряд энергии, бодрость духа. Вот и нынче, перед тем как выпасть снегу, я был на селекционных делянках, попрощался со своими питомцами до весны. Четыре месяца они будут находиться под снегом, и я сказал им: «Ребята, приду десятого – пятнадцатого апреля. Очень прошу, покажите, на что вы способны». И я уверен: они сейчас стараются...» [5].

О селекции пшеницы в России

Пшеница – одна из ключевых сельскохозяйственных культур, играет важнейшую роль в жизни человека. Посевы пшеницы занимают значительные площади на земном шаре – свыше 200 млн га. Согласно систематике, род Пшеница (*Triticum L.*) включает 20 различных видов, а также 10 внутривидовых и межродовых гибридов. Человеком создано несколько тысяч сортов пшеницы. Во Всероссийском институте генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова» (ВИР) хранится обширная коллекция генетических ресурсов растений, в которой содержится более 54 тысяч образцов пшеницы. Эта коллекция включает в себя как культивируемые сорта, так и дикие виды, а также их разновидности и формы из более чем 70 стран мира.

Пшеница, как одна из наиболее значимых сельскохозяйственных культур, играет важную роль в обеспечении продовольственной безопасности и социальной стабильности многих стран, включая Россию. На мировом рынке сельскохозяйственной продукции пшеница занимает одну из ключевых позиций, являясь основным источником питания для миллиардов людей на Земле. Мировой спрос на пшеницу демонстрирует устойчивый рост, обусловленный увеличением численности населения и развитием животноводства в Азии и Африке, а также изменением потребительских предпочтений.

Российская Федерация является одним из крупнейших производителей пшеницы в мире (2024 г. – 81,6 млн т, что составляет около 10% мирового производства этой культуры). По валовому сбору пшеницы в 2024 году Россия уступила только Китаю (140,1 млн т), Европейскому союзу (122,1 млн т) и Индии (113,3 млн т). При этом мировое производство пшеницы, обеспечивающей примерно 20% потребляемых человечеством калорий, остается высококонцентрированным: на десять стран мира приходится свыше 90% общего объема производства [6].

Согласно статистике, показатели урожайности пшеницы в нашей стране достаточно близки к среднемировым показателям по данной культуре в странах – крупнейших производителях пшеницы в мире (2023 г., ц/га): Китай – 57,8; Индия – 35,2; Россия – 31,8; США – 32,7; Канада – 29,9 [7].

По данным Росстата в 2024 году посевные площади нашей страны составляли 80,506 млн га, из которых 16,191 млн га (20,1%) были засеяны озимой пшеницей и 12,332 млн га (15,3%) – яровой. В том же году валовый сбор озимой пшеницы составил 56,7 млн т, яровой – 25,9 млн т при урожайности 35,4 и 21,4 ц/га, соответственно [8].

Урожайность озимой пшеницы значительно превосходит урожайность яровой (как правило, в 1,5-2 раза). Это связано, прежде всего, с продолжительностью вегетационного периода, который для озимой пшеницы составляет в среднем около 280 дней. В то время как яровая пшеница, которая высевается весной, имеет значительно более короткий вегетационный период, около 100 дней. Яровая пшеница, в отличие от озимой, более чувствительна к влиянию внешних факторов, таких как температурные колебания и погодные условия (засуха, заморозки). Эти особенности делают яровую пшеницу более рискованной культурой для возделывания в условиях нестабильной погоды.

В России озимая пшеница возделывается в южных регионах страны, а также Центральном Черноземье и Поволжье. В то же время, в восточных регионах России, где климат отличается большей континентальностью, акцент делается на яровую пшеницу. При этом ключевыми районами для ее возделывания являются Заволжские степи, Южный Урал, а также несколько областей Западной и Восточной Сибири. Все эти регионы характеризуются не только подходящими климатическими условиями, но и типами почв, которые обеспечивают необходимые питательные вещества для роста озимой или яровой пшеницы.

Увеличение урожайности сельскохозяйственных культур – эта важнейшая задача, которая стоит перед человечеством на протяжении многих тысяч лет. Успешно решить эту задачу можно двумя основными способами: селекцией новых высокоурожайных и устойчивых к болезням сортов и совершенствованием агрономических методов и практик. При этом ключевыми задачами селекционеров являются создание новых сортов пшеницы, обладающих высокой продуктивностью и улучшенным качеством зерна, пластичностью и стабильностью, а также устойчивостью к вредителям и болезням. К значительным успехам в повышении урожайности и качества сельскохозяйственной продукции может привести только сочетание селекции, агрономических практик и современных технологий. Таким образом, сельхозпроизводители, которые применяют интенсивные технологии при выращивании пшеницы, могут рассчитывать на значительное увеличение урожайности только при условии использования новых, высокопродуктивных сортов.

В настоящее время в Российской Федерации самообеспечение семенами озимой пшеницы составляет 93%, то есть выращивание этой культуры практически полностью базируется на семенном материале сортов отечественной селекции. Для яровой пшеницы этот показатель пока составляет лишь 78%.

За последние сто лет в России возникли и активно развиваются несколько селекционных школ в различных научно-исследовательских учреждениях, занимающихся созданием новых сортов пшеницы: ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», ФГБНУ «Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур», ФГБНУ «Белгородский федеральный аграрный научный центр Российской академии наук», Ленинградский научно-исследовательский институт сельского хозяйства «Белогорка» – филиал ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха», ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко», ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр», ФГБНУ «Федеральный научный центр «Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук», Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное структурное подразделение ФГБУН Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока», ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени Н.М. Тулайкова – филиал ФГБУН «Самарский федеральный исследовательский центр Российской академии наук», ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», ФГБНУ «Федеральный Алтайский

научный центр агробιοтехнологий», ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук», ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», ФГБНУ «Федеральный научный центр агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки».

Научные школы этих учреждений обладают своей уникальной специализацией, что позволяет им разрабатывать и внедрять новые сорта, наиболее подходящие для специфических климатических и почвенных условий определенных регионов. Поскольку в разных частях страны существуют свои особенности климата и почвы, сорта пшеницы, которые демонстрируют высокую продуктивность в одном регионе, могут оказаться неэффективными в другом.

Кроме специализированных научно-исследовательских учреждений, расположенных во всех восьми федеральных округах России и занимающихся селекцией пшеницы в рамках уже сформированных научных школ, аналогичные исследования проводятся и в ряде государственных аграрных университетов, в том числе в: ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет».

По состоянию на февраль 2026 года в Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию (Госсортреестр), включено 472 сорта пшеницы мягкой озимой, 352 сорта пшеницы мягкой яровой, 7 сортов полбы, 2 сорта спельты, 39 сортов твердой озимой пшеницы, 73 сорта твердой яровой, 2 сорта тургидной озимой пшеницы, 1 сорт тургидной яровой, 6 сортов шарозерной озимой пшеницы, 1 сорт шарозерной яровой пшеницы. Таким образом, на начало 2026 года в Госсортреестре находится 955 сортов различных видов пшеницы [9].

Одним из ведущих научных учреждений в России, занимающимся как фундаментальными, так и прикладными исследованиями в области сельского хозяйства, является ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка». Этот центр был основан в Московской области в 1931 году по решению Наркомзема СССР как «Селекционный центр для Центрального района Нечерноземной зоны». С тех пор ФИЦ «Немчиновка» стал одним из крупнейших селекционных центров в стране, специализирующимся на зерновых и зернобобовых культурах [10].

Важным аспектом работы ФИЦ «Немчиновка» является разработка зональных систем земледелия, что включает в себя создание адаптивных интенсивных технологий производства зерна, позволяющих сельхозпроизводителям более эффективно использовать имеющиеся ресурсы. Методическая координация профильных научно-исследовательских работ в учреждениях Нечерноземного региона также занимает важное место в деятельности ФИЦ «Немчиновка» и помогает не только обмениваться опытом и знаниями, но и объединять усилия различных научных учреждений с целью повышения эффективности сельскохозяйственного производства.

История Немчиновки неразрывно связана с именами выдающихся ученых, которые внесли значительный вклад в развитие селекции, земледелия, семеноводства и биологии в нашей стране. Среди них можно выделить таких ученых, как П.И. Лисицын, Н.В. Цицин, В.В. Поддубная-Арнольди, В.Е. Писарев, С.Т. Вареница, Э.Д. Неттевич, Г.Д. Лапченко, Г.В. Гуляев, М.И. Рыбакова, С.С. Сдобников и Б.И. Сандухадзе. Именно благодаря их многолетним усилиям и научным достижениям можно с уверенностью говорить о формировании и успешном развитии Немчиновской научной школы селекции и земледелия, которая и в настоящее время продолжает вносить весомый вклад в развитие сельскохозяйственной науки в России.

Одним из ключевых и исторически значимых научных подразделений института была лаборатория отдаленной гибридизации. Инициаторами создания этой лаборатории выступили академик АН СССР и ВАСХНИЛ Н.В. Цицин (1898-1980), который руководил институтом в период с 1940 по 1949 годы, и профессор Г.Д. Лапченко. Они стали

первопроходцами в мировой практике, разработав уникальный метод, позволяющий получать совершенно новые сорта мягкой озимой пшеницы с использованием пшенично-пырейных гибридов. В первой половине XX века на территории Подмосковья, а также в соседних областях, таких как Кировская, Ярославская, Тамбовская, Курская, Рязанская и Тульская, основное внимание уделялось посевам озимой ржи. Пшеница считалась более капризной культурой с недостаточной зимостойкостью, что ограничивало ее возможности для успешного культивирования в Центральном районе Нечерноземной зоны СССР.

Академик Н.В. Цицин, понимая проблему зимостойкости пшеницы, начал проводить эксперименты, направленные на скрещивание пшеницы с ее диким сородичем – пыреем. Это решение оказалось весьма удачным. В результате его работ были созданы первые зимостойкие сорта пшеницы (пшенично-пырейные гибриды), которые были получены в Немчиновке еще до начала Великой Отечественной войны [11]. Эти пшенично-пырейные сорта пшеницы вошли и в родословные сортов, созданных позднее Б.И. Сандухадзе.

Многочисленные работы, проведенные Н.В. Цициным, в том числе разработанный им метод отдаленной гибридизации, значительно обогатили отечественную сельскохозяйственную и биологическую науку. Эти исследования стали основой для новых достижений в области теории и практики межвидовой и межродовой гибридизации и оказали положительное влияние на дальнейшее развитие сельского хозяйства как в СССР, так и в современной России.

Лабораторию селекции яровых культур в Немчиновке с 1935 по 1969 год возглавлял д.с.-х.н. профессор В.Е. Писарев (1882-1972). На протяжении многих лет он занимался вопросами о биологических минимумах яровой пшеницы в условиях Нечерноземной зоны. Кроме того, В.Е. Писарев проводил исследования по полиплоидии – наследственному изменению, заключающемуся в более чем вдвое увеличении числа наборов хромосом в клетках организма. Полиплоиды часто отличаются большими размерами, повышенным содержанием ряда веществ, а также устойчивостью к неблагоприятным факторам внешней среды и другими хозяйственно-полезными признаками. Эти характеристики делают полиплоидные растения особенно ценными для сельского хозяйства, поскольку они могут стать основой для создания новых, более продуктивных сортов. В 1941 году В.Е. Писаревым был получен первый пшенично-ржаной амфидиплоид (тритикале) от скрещивания озимой пшеницы с озимой рожью, который явился источником дальнейших скрещиваний. Под руководством В.Е. Писарева в Немчиновке были выведены такие сорта яровой пшеницы, как Балаганка и Московка, а также различные сорта озимых пшениц, овса и ржи.

Приемником и продолжателем дела В.Е. Писарева в Немчиновке стал выдающийся селекционер академик ВАСХНИЛ Э.Д. Неттевич (1928-2002), который начав свою деятельность в институте в 1957 году, прошел путь от младшего научного сотрудника до заведующего лабораторией селекции яровых зерновых культур. Э.Д. Неттевич стал одним из первых селекционеров в нашей стране, кто начал активно применять современные методы скрещивания, используя лучшие сорта озимой пшеницы, выведенные под руководством другого известного селекционера – П.П. Лукьяненко. Основной целью его исследований было значительное повышение потенциала продуктивности сортов яровой пшеницы, а также улучшение их характеристик по различным агрономическим признакам [12]. В своей научной работе Э.Д. Неттевич обосновывал принцип подбора озимых форм, который стал основой для дальнейшего улучшения яровой пшеницы.

За 45 лет своей научной деятельности в Немчиновке выдающийся селекционер Э.Д. Неттевич вместе с коллегами-селекционерами существенно обогатил палитру сортов яровых зерновых культур. Это 32 сорта, которые были районированы и признаны подходящими для различных регионов страны: 15 сортов ячменя, 10 сортов яровой пшеницы, в том числе ценные по качеству сорта Приокская, Лада, Эстер, 6 сортов овса и 1 сорт гречихи. В длинном списке сортов Э.Д. Неттевича особое внимание заслуживает сорт мягкой яровой пшеницы под названием Московская 35. Этот сорт стал одним из самых выдающихся достижений его практической работы в Немчиновке. Московская 35 была создана методом скрещивания яровых и озимых форм пшеницы, что позволило получить

сорт, обладающий уникальными агрономическими характеристиками. Московская 35 прошла государственные сортоиспытания и была районирована в 17 областях России, включая Среднее Поволжье и Урал, где сорт показал себя как высокопродуктивный и устойчивый к различным неблагоприятным условиям.

С 1950 по 1993 год в Немчиновке работал другой выдающийся селекционер – член-корреспондент ВАСХНИЛ Е.Т. Вареница (1912-2002), руководивший лабораторией селекции озимой пшеницы. В 1954-1960 гг. он был директором института. Основная научная деятельность Е.Т. Вареницы была посвящена созданию высокопродуктивных сортов озимой пшеницы для Центрального района Нечерноземья. В результате проведенных им исследований и экспериментов были выведены такие сорта, как Заря и Московская 39. Эти сорта, созданные в сотрудничестве с Б.И. Сандухадзе и другими коллегами-селекционерами, стали настоящими образцами успешной селекции и получили широкое признание в СССР.

Е.Т. Вареница в 1937 году окончил Сельскохозяйственную академию имени К.А. Тимирязева, известную своими высокими стандартами в области сельскохозяйственного образования и выдающимися преподавателями. В 1962 году Тимирязевку закончил и Баграт Исменович Сандухадзе, на долгие годы ставший продолжателем Немчиновской научной школы селекции и земледелия.

Литература

1. Сандухадзе Б.И., Мамедов Р.З., Бугрова В.В., Сандухадзе К.Э., Коленков М.А. История научной селекции озимой пшеницы в центре Нечерноземья России: условия, особенности, методы и результаты // Современные проблемы адаптации (Жученковские чтения IV): Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Белгород, 24-26 сентября 2018 года. Т. Часть I. – Белгород: ИД «Белгород», НИУ «БелГУ», –2018. – С. 106-121.
2. Сандухадзе Б.И., Мамедов Р.З., Крахмалева М.С., Бугрова В.В., Соболев С.В., Молодовский Я.С. Модель сорта озимой мягкой пшеницы для условий Центрального Нечерноземья. // Зерновое хозяйство России. – 2024. – Т. 16, – № 4. – С. 90-96. DOI: 10.31367/2079-8725-2024-93-4-90-96.
3. Сандухадзе Б.И., Мамедов Р.З., Крахмалева М.С., Бугрова В.В., Соболев С.В., Сандухадзе Э.К., Молодовский Я.С., Савинов Е.В. Урожайность и показатели адаптивности новых сортов озимой мягкой пшеницы в условиях Нечерноземья. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2025. – № 2(54). – С. 119-124. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-2-119-124.
4. Сандухадзе Б.И., Мамедов Р.З., Крахмалева М.С., Бугрова В.В., Соболев С.В., Молодовский Я.С. Оценка устойчивости сортов и линий озимой пшеницы «ФИЦ «Немчиновка» к септориозу листьев и колоса. // Зерновое хозяйство России. – 2025. – Т. 17, № 4. – С. 90-96. DOI: 10.31367/2079-8725-2025-99-4-90-96.
5. Селекция пшеницы как искусство. <https://old.oblgazeta.ru/society/21873/?ysclid=mjwq2qka7t600139206> (дата обращения 04.02.2026).
6. Производство пшеницы в мире. – [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Сельское_хозяйство_\(мировой_рынок\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Сельское_хозяйство_(мировой_рынок)) (дата обращения 02.02.2026).
7. Россия и страны мира. 2025. Стат. сб. – М.: Росстат, – 2025. – 354 с.
8. Сельское хозяйство в России. 2025. Стат. сб. – М.: Росстат, – 2025. – 81 с.
9. Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию. – <https://gossortrf.ru/registry/gosudarstvennyy-reestr-selektionnykh-dostizheniy-dopushchennykh-k-ispolzovaniyu-tom-1-sorta-rasteni/> (дата обращения 04.02.2026).
10. Сандухадзе Б.И., Журавлева Е.В., Кочетыгов Г.В. Озимая пшеница Нечерноземья в решении продовольственной безопасности Российской Федерации. / РАСХН, Московский НИИСХ «Немчиновка». – М.: ООО «Восход», 2011. – 154 с. ISBN: 978-5-93055-209-6.
11. Журавлева Е.В., Фурсов С.В. Задачи ботанических садов России: от сохранения растительных биоресурсов до экологического воспитания населения. // Садоводство и виноградарство. – 2019. – № 3. – С. 43-51. DOI: 10.31676/0235-2591-2019-3-43-51.

12. Неттевич Э.Д. Избранные труды. Селекция и семеноводство яровых зерновых культур. – Москва-Немчиновка: НИИСХ ЦРНЗ, 2008. – 348 с.

References

1. Sandukhadze B.I., Mamedov R.Z., Bugrova V.V., Sandukhadze K.E., Kolenkov M.A. The history of scientific selection of winter wheat in the center of Russia's Non-Chernozem region: conditions, features, methods, and results. *Modern Problems of Adaptation (Zhuchenkov Readings IV): Collection of scientific papers of the International Scientific and Practical Conference*, Belgorod, September 24-26, 2018. Vol. Part I, Belgorod, ID «Belgorod», NIU «BelGU», 2018. pp. 106-121. (in Russian)
2. Sandukhadze B.I., Mamedov R.Z., Krakhmaleva M.S., Bugrova V.V., Sobolev S.V., Molodovskii Ya.S. Winter soft wheat variety model for the Central Non-Chernozem region. *Zernovoe khozyaistvo Rossii*, 2024, V. 16, no. 4, pp. 90-96. DOI: 10.31367/2079-8725-2024-93-4-90-96. (in Russian)
3. Sandukhadze B.I., Mamedov R.Z., Krakhmaleva M.S., Bugrova V.V., Sobolev S.V., Sandukhadze E.K., Molodovskii Ya.S., Savinov E.V. Yield and adaptability of new varieties of winter soft wheat in the Non-Chernozem region. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2025, no. 2(54), pp. 119-124. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-2-119-124. (in Russian)
4. Sandukhadze B.I., Mamedov R.Z., Krakhmaleva M.S., Bugrova V.V., Sobolev S.V., Molodovskii Ya.S. Evaluation of the resistance of winter wheat varieties and lines to leaf and ear septoria in the Nemchinovka Research Center. *Zernovoe khozyaistvo Rossii*, 2025, V. 17, no. 4. pp. 90-96. DOI: 10.31367/2079-8725-2025-99-4-90-96. (in Russian)
5. Breeding as an art. – <https://old.oblgazeta.ru/society/21873/?ysclid=mjwg2qka7t600139206> (date of access 04.02.2026). (in Russian)
6. Global wheat production. – [https://www.tadviser.ru/index.php/Stat'ya:Sel'skoe-khozyaistvo-\(mirovoy-ynok\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Stat'ya:Sel'skoe-khozyaistvo-(mirovoy-ynok)) (date of access 02.02.2026). (in Russian)
7. Russia and the countries of the world. 2025. Statistical collection, Moscow, Rosstat, 2025, 354 p. (in Russian)
8. Agriculture in Russia. 2025. Statistical collection, Moscow, Rosstat, 2025., 81 p. (in Russian)
9. State Register of Varieties and Hybrids of Agricultural Plants Approved for Use. – <https://gossortrf.ru/registry/gosudarstvennyy-reestr-selektionnykh-dostizheniy-dopushchennykh-k-ispolzovaniyu-tom-1-sorta-rasteni/> (date of access 04.02.2026). (in Russian)
10. Sandukhadze B.I., Zhuravleva E.V., Kochetygov G.V. Winter Wheat in the Non-Chernozem Region in the Solution of Food Security in the Russian Federation. RASKhN, Moskovskii NIISKh «Nemchinovka», Moscow, ООО «Voskhod», 2011, 154 p. ISBN: 978-5-93055-209-6. (in Russian)
11. Zhuravleva E.V., Fursov S.V. The tasks of Russia's botanical gardens: from preserving plant bioresources to environmental education of the population. *Sadovodstvo i vinogradarstvo*, 2019, no. 3, pp. 43-51. DOI: 10.31676/0235-2591-2019-3-43-51. (in Russian)
12. Неттевич Э.Д. Selected Works. Breeding and Seed Production of Spring Cereals, Moscow-Nemchinovka, NIISKh TsRNZ, 2008, 348 p. (in Russian)