

ЗЕРНОБОБОВЫЕ И КРУПЯНЫЕ КУЛЬТУРЫ № 3 (55), 2025 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

Баталова Галина Аркадьевна, академик РАН

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 Воронов

Сергей Иванович, член-корр. РАН

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

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.**

Фотоматериал **Черненко В.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,
jurnalzbk@mail.ru

Сайт: <https://vniizbk.ru>

Дата выхода в свет: 19.09.2025 г.

Формат А4.

Гарнитура Times New Roman.

Тираж 300 экз.

Отпечатано в ФГБНУ «ФНЦ ЗБК»

Цена свободная.

ZERNOBOBOVYE I KRUPÂNYE KUL'TURY (Legumes and Groat Crops) No. 3 (55), 2025

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.).

Batalova, Galina A. – FSBSI Rudnitsky FANTs Severo-Vostoka, Deputy Director, Member, Russian Academy of Sciences.

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.).

Voronov, Sergei I. – FSBSI FRC «Nemchinovka», Director, Corresponding Member, Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Biol.).

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

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.**

Photo: **Chernen'kii, Vitalii A.**

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

Media registry record III

№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 rajon, pos. Streleckij,
ul. Molodezhnaja, d.10, korp.1
phone:(4862) 40-32-24, 40-30-04

E-mail: **office@vniizbk.ru**,

jurnalzbk@mail.ru

Site: **<https://vniizbk.ru>**

Date of publication: 19.09.2025

Format A4.

Font Times New Roman.

Circulation 300 copies.

Printed at FSBSI «FSC LGC»

Price free.

СОДЕРЖАНИЕ

Грядунова Н.В., Хмызова Н.Г. Технологическое обеспечение продовольственной независимости сельскохозяйственного производства России	5
Лихачева Л.И., Москалев А.В., Лихачёва Н.В., Матолинец Н.Н. Результаты селекции гороха на Среднем Урале	12
Кушанова Р.Ж., Дидоренко С.В., Баймагамбетова К.К., Кененбаев А.Т. Семеноводство отечественных сортов сои на юго-востоке Казахстана	18
Тевченков А.А., Сеничев Е.И., Трунов В.В. Экологическая пластичность и стабильность сортов сои в агроклиматических условиях Калужской области	26
Субботин А.Г., Мухатова Ж.Н., Степанова Н.В., Тобольнов Д.А. Факторный анализ исходного материала чечевицы в условиях Нижнего Поволжья	33
Кустова О.К., Козуб-Птица В.В., Глухов А.З. Характеристика малораспространенных бобовых культур и перспективы их выращивания в Донецком крае	42
Никифоров М.И., Никифоров В.М. Влияние разных норм высева семян и доз минеральных удобрений на продуктивность гречихи и качество зерна	52
Пашковская А.А., Шаповалов В.Ф., Зверева Л.А. Действие биопрепарата Альбит с минеральными удобрениями и приемов основной обработки почвы на урожайность и качество гречихи	61
Тимошенко С.М., Конончук В.В., Штырхунов 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	67
Кузьмич М.А., Дятлова Н.А., Власенко Н.М., Кузьмич Л.С., Соболева Е.В., Кондратьева О.П., Михалин С.Е., Вильховой Я.Е. Голозерный овес, его технологические особенности и потребительские свойства	80
Воронцов В.А., Скорочкин Ю.П. Урожайность ячменя в зависимости от основной обработки чернозёма типичного и средств интенсификации в условиях Центрального Черноземья	88
Ершова Л.А. Оценка сортов ярового ячменя по продуктивности и адаптивности в условиях недостаточного увлажнения	94
Степанова Н.А., Сидоренко В.С. Определение потенциала продуктивности колоса селекционного материала пшеницы мягкой яровой	100
Цуканова З.Р., Гусева А.Н., Латынцева Е.В., Асадбеков А.К. Первичное семеноводство нового сорта озимой пшеницы Скипетр 2 селекции ФГБНУ ФНИЦ ЗБК	106
Небытов В.Г., Мазалов В.И., Стебаков В.А. Эффективность фосфорных удобрений при длительном применении в повышении урожайности зерна яровой пшеницы на выщелоченном черноземе Орловской области	112
Голова Т.Г., Чвилева И.Н. Изучение исходного материала яровой мягкой пшеницы на современном этапе селекции	123
Фадеева И.Д. Содержание аминокислот в зерне озимой мягкой пшеницы	132
Черноусов Е.В., Фоменко М.А., Ляшков И.В. Влияние сроков посева на продуктивность и адаптивный потенциал сортов озимой мягкой пшеницы в условиях Ростовской области	138
Кандрокров Р.Х., Назойкин Е.А. Сравнительная характеристика мукомольных свойств различных сортов пшеницы, тритикале и ржи урожая 2023 года, районированных в Смоленской области	145
Сайфутдинова Д.Д., Пономарева М.Л., Пономарев С.Н., Маннапова Г.С. Изучение реологических свойств озимых культур в условиях республики Татарстан	155
Бельченко Д.С., Дронов А.В., Бельченко С.А., Дьяченко В.В. Адаптивные показатели урожайности сортов люцерны изменчивой и посевной на юго-западе Центрального Нечерноземья	165
Исаева Е.И., Анишко М.Ю. Диагностические показатели почвенного плодородия в севообороте с люпином при разных способах основной обработки почвы	173

CONTENTS

Gryadunova N.V., Khmyzova N.G. Technological support for food independence of agricultural production in Russia	5
Likhacheva L.I., Moskalev A.V., Likhacheva N.V., Matolinets N.N. The results of pea breeding in the Middle Urals	12
Kushanova R. Zh., Didorenko S.V., Baimagambetova K.K., Kenenbaev A.T. Seed production of domestic soybean varieties in the south-east of Kazakhstan	18
Tevchenkov A.A., Senichev E.I., Trunov V.V. Environmental plasticity and stability of soybean varieties in agroclimatic conditions of the Kaluga region	26
Subbotin A.G., Mukhatova Zh.N., Stepanova N.V., Tobolnov D.A. Factorial analysis of lentil raw materials in the Lower Volga region	33
Kustova O.K., Kozub-Ptitsa V.V., Glukhov A.Z. Characteristics of less common legume crops and their cultivation prospects in the Donetsk region	42
Nikiforov M.I., Nikiforov V.M. Influence of different seeding rates and doses of mineral fertilizers on buckwheat productivity and grain quality	52
Pashkovskaya A.A., Shapovalov V.F., Zvereva L.A. The effect of the biological product Albit with mineral fertilizers and basic tillage techniques on the yield and quality of buckwheat	61
Timoshenko S.M., Kononchuk V.V., Shtyrkhunov V.D., Kirdin V.F., Tulinova E.A., Shchuklina O.A., Konorev P.M., Belyaev E.V. Productivity of haylage mass of annual legum-cereals mixtures depending on the composition and elements of agrotechnology under conditions of climate change in the Central Non-Black Earth Region	67
Kuz'mich M.A., Dyatlova N.A., Vlasenko N.M., Kuz'mich L.S., Soboleva E.V., Kondrat'eva O.P., Mikhalin S.E., Vil'khovoi Ya.E. Naked oats, their technological features and consumer properties	80
Vorontsov V.A., Skorochkin Yu.P. Yield of barley depending on the main treatment of typical chernozem and intensification means in the conditions of the Central Chernozem region	88
Ershova L.A. Evaluation of spring barley varieties for productivity and adaptability in conditions of insufficient moisture	94
Stepanova N.A., Sidorenko V.S. Determination of the productivity potential of the ear of breeding material of soft spring wheat	100
Tsukanova Z. R., Guseva A. N., Latyntseva E. V., Asadbekov A. K. Primary seed production of a new winter wheat variety Skipetr 2, breeding by the Federal Scientific Center of Legumes and Groat Crops	106
Nebytov V.G., Mazalov V.I., Stebakov V.A. The effectiveness of phosphorous fertilizers with long-term use in increasing the yield of spring wheat grains in the leached chernozem of the Orel region	112
Golova T.G., Chvileva I.N. Study of spring soft wheat source material at the present stage of breeding	123
Fadeeva I.D. Amino acids content in winter soft wheat grain	132
Chernousov E.V., Fomenko M.A., Ljashkov I.V. Influence of sowing dates on productivity and adaptive potential of winter soft wheat varieties in the Rostov region	138
Kandrokov R.H., Nazoykin E.A. Comparative characteristics of flour-milling properties of different varieties of wheat, triticale and rye of the crop 2023, zoned in the Smolensk region	145
Saifutdinova D.D., Ponomareva M.L., Ponomarev S.N., Mannapova G.S. Study of rheological properties of winter crops in the conditions of the republic of Tatarstan	155
Belchenko D.S., Dronov A.V., Belchenko S.A., Dyachenko V.V. Adaptive yield indicators of changeable and common alfalfa varieties in the south-west of the Central Non-Chernozem Region .	165
Isaeva E. I., Anishko M. Yu. Diagnostic indicators of soil fertility in crop rotation with lupine under different methods of primary soil cultivation	173

DOI: 10.24412/2309-348X-2025-3-5-11

УДК: 63.09:006.16

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ НЕЗАВИСИМОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА РОССИИ

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

Н.Г. ХМЫЗОВА, кандидат педагогических наук, ORCID ID: 0000-0001-7125-6976

ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

В статье представлена информация о проведённом Аграрном форуме «Аграрная неделя – 2025» в Орловской области. Программа форума включала проведение различного рода многочисленных мероприятий, в том числе: международную научную конференцию, практические семинары: День поля и ярмарку сортов на Шатиловской СХОС, День русского поля, День Орловского муниципального округа и другие.

Ключевые слова: растениеводство, наука, селекционные достижения, агротехнологии, семеноводство.

Для цитирования: Грядунова Н.В., Хмызова Н.Г. Технологическое обеспечение продовольственной независимости сельскохозяйственного производства России. Зернобобовые и крупяные культуры. 2025. № 3 (55):5-11 DOI: 10.24412/2309-348X-2025-3-5-11

TECHNOLOGICAL SUPPORT FOR FOOD INDEPENDENCE OF AGRICULTURAL PRODUCTION IN RUSSIA

N.V. Gryadunova, N.G. Khmyzova

FSBSI FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS

Abstract: *The article provides information about the Agrarian Forum «Agrarian Week – 2025» held in the Orel Region. The forum program included various events, including: an international scientific conference, practical seminars: Field Day and a fair of varieties at the Shatilovskaya agricultural complex; Russian Field Day; Orel Municipal District Day and others.*

Keywords: plant growing, science, breeding achievements, agricultural technologies, seed production.

В Орловской области с 24 июня по 29 июня 2025 года проходил Агрофорум «Аграрная неделя Орловской области-2025». Программа, рассчитанная на несколько дней, включала большой перечень как теоретических, научных, так и прикладных, практических блоков, ознакомительных, в том числе полевые экскурсии, культурную программу.

Участники мероприятий – специалисты Министерства науки и высшего образования РФ, Министерства сельского хозяйства РФ, Российской академии наук, руководители научных организаций и ВУЗов России, республики Беларусь, ведущие селекционеры, технологи, представители агрохолдингов, фермерских хозяйств и научно-производственных фирм, инвестиционных компаний, средств массовой информации.

В числе почётных гостей Аграрной недели – губернатор Орловской области А.Е. Клычков, депутат Государственной Думы О.В. Пилипенко, председатель Комитета Государственной Думы по аграрным вопросам академик РАН В.И. Кашин, председатель Госкомиссии РФ по испытанию и охране селекционных достижений Д.В. Бутусов, председатель Национального союза селекционеров и семеноводов России А.В. Михилев, председатель Орловского областного Совета народных депутатов Л.С. Музалевский, заместитель губернатора в Правительстве области по АПК С.П. Борзёнков, руководитель

Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» № 3 (55) 2025 г. Департамента сельского хозяйства, член Правительства области Е.С. Суровцева, митрополит Орловский и Болховский Тихон и другие.

Среди участников форума академики РАН Ю.Ф. Лачуга, Г.И. Карлов, С.Д. Каракотов, член-корреспонденты РАН В.И. Зотиков, А.И. Прянишников.

В мероприятиях приняли участие более 20 тысяч человек.

24 июня Шатиловская СХОС – филиал ФНЦ ЗБК традиционно встречала участников и гостей научно-методического семинара День поля, ярмарка сортов и гибридов сельскохозяйственных культур.

У Шатиловки богатая научная история и не менее богатая палитра достижений. Здесь создавались первые селекционные сорта сельскохозяйственных культур, проводились первые в России опыты с минеральными удобрениями, которые продолжают и поныне, именно здесь были заложены основы семеноводства в стране, разрабатывались и осваивались в производстве новые технологии.

Гостей семинара тепло приветствовали: заместитель губернатора в Правительстве Орловской области по развитию АПК Сергей Петрович Борзёнков, начальник отдела сельского хозяйства и продовольствия Новодеревеньковского района Татьяна Владимировна Селезнёва, и.о. директора ФНЦ зернобобовых и крупяных культур Владимир Александрович Стебаков, научный руководитель ФНЦ ЗБК, член-корреспондент РАН Владимир Иванович Зотиков, директор Шатиловского лицея Людмила Николаевна Лысикова.



Приветствие участников конференции хлебом и солью

Слева направо: В.А. Стебаков, и.о. директора ФНЦ ЗБК,

М.А. Жилин, зам. председателя Комитета по аграрной политике, природопользованию и экологии Орловского областного Совета народных депутатов,

С.П. Борзёнков, заместитель губернатора в Правительстве Орловской области по развитию АПК

В Дне поля участвовали руководители и специалисты из научных и образовательных учреждений: ФИЦ «Немчиновка», Воронежский ФАНЦ имени В.В. Докучаева, Курский ФАНЦ, Тамбовский НИИСХ – филиал ФНЦ имени И.В. Мичурина, Липецкий НИИ рапса – филиал ФНЦ ВНИИ масличных культур, ВНИИ люпина – филиал ФНЦ кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса, ВНИИ селекции плодовых культур (г. Орёл), ВНИИ сельскохозяйственной биотехнологии, Национальный союз селекционеров и семеноводов России, ООО «Пластилин», ООО «Семена Черноземья», ООО «АСТ», ГК «АгроТерра», Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина, Орловский ГАУ имени Н.В. Парахина, Орловский ГУ имени И.С. Тургенева, Брянский ГАУ и другие.

На демонстрационных делянках 2025 года было посеяно более 350 сортов и гибридов сельскохозяйственных культур из Федеральных научных центров, научных учреждений и организаций: озимые – рожь, тритикале, пшеница; яровые – ячмень, пшеница, овёс, горох,



Общий вид демонстрационных посевов гороха на Шатиловской СХОС

День поля – это не только выставка современных селекционных достижений, но и возможность широкого обмена опытом, мнениями, объективная оценка результатов труда селекционеров, семеноводов, технологов. На Шатиловской СХОС День поля ежегодно проводится с 1998 года. Устоявшимся брендом Дня поля с 2007 года стала и Ярмарка сортов, которая привлекает аграриев из разных уголков РФ и ближнего зарубежья, что в определённой мере способствует продвижению в производство наиболее эффективных современных сортов и гибридов сельскохозяйственных культур. При ознакомлении с демонстрационными посевами авторы сортов и гибридов в комментариях подчёркивают наиболее ценные признаки и биологические особенности представленных перспективных селекционных достижений.

В обсуждении демонстрационных делянок активно участвовали авторы сортов и гибридов, а также руководители учреждений: В.В. Чайкин, В.С. Сидоренко, В.И. Панарина, В.И. Мазалов, Н.М. Власенко, Р.З. Мамедов, В.Н. Давыдова, Л.М. Ерошенко, А.М. Задорин, Н.В. Мисникова, Т.Н. Слесарева, Л.А. Ершова, И.А. Филатова, В.В. Пыльнев, С.А. Шишов, Е.Е. Яндубайкин, Е.В. Логвинова, А.А. Емельянова, А.А. Мальцев, А.С. Семёнов и многие другие.



Об особенностях сортов озимой ржи селекции Воронежского ФАНЦ рассказывает его директор, доктор сельскохозяйственных наук В.В. Чайкин

В ходе активной дискуссии особое внимание было уделено вопросам и проблемам семеноводства, ускоренному внедрению новых сортов и гибридов после завершения их государственного испытания и внесения в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в производство.

Оценка реакции сортов и гибридов на изменение условий выращивания очень важна в качестве главного фактора реализации потенциальной продуктивности растений и служит основой для разработки рекомендаций по реализации стратегии развития семеноводства в стране. Широкое использование новейших селекционных достижений занимает центральное место как важнейшей составляющей части развития инновационных технологий.



Участники семинара в музее Шатиловской СХОС

Станция продолжает традиционные направления научных исследований в области растениеводства и земледелия – это селекция и семеноводство основных культур, совершенствование систем обработки почвы, удобрения и севооборотов. Работая в творческом содружестве с селекционерами ФНЦ зернобобовых и крупяных культур созданы и районированы новые сорта гречихи, сои, вики посевной. Большое внимание уделяется получению семян высших репродукций новых и перспективных сортов сельскохозяйственных культур.



Общее фото участников семинара на демонстрационных делянках гороха

25 июня в Орловском государственном аграрном университете имени академика РАН Н.В. Парахина прошла Международная научно-практическая конференция «Технологическое обеспечение продовольственной независимости сельскохозяйственного производства России», посвящённая памяти Николая Васильевича Парахина.

В конференции приняли непосредственное участие и в режиме он-лайн руководители и представители из различных научных учреждений и организаций: РАН, Орловского ГАУ имени Н.В. Парахина, ФНЦ ЗБК, ФИЦ «Немчиновка», ВНИИ сельскохозяйственной биотехнологии, Национального союза селекционеров и семеноводов России, Липецкого НИИ рапса – филиал ФНЦ ВНИИ масличных культур, ФНЦ биологической защиты растений (г. Краснодар), ВНИИ селекции плодовых культур (г. Орёл), ООО «Пластилин», фирма «Август», ООО «Агрономы Черноземья» и другие.



Президиум конференции: слева направо В.И.Зотиков, Е.В. Журавлёва, А.В. Михилев, В.А. Стебаков, И.А. Грачёв, В.Н. Масалов, Н.А. Березина, В.И. Панарина

Участников конференции тепло приветствовали: ректор Орловского ГАУ имени Н.В. Парахина доктор биологических наук Владимир Николаевич Масалов, заместитель Председателя Орловского областного совета народных депутатов Иван Александрович Грачёв, заместитель Губернатора в Правительстве Орловской области по развитию АПК Сергей Петрович Борзенков, член Президиума РАН, академик РАН Юрий Фёдорович Лачуга, директор ВНИИ сельскохозяйственной биотехнологии, академик РАН Геннадий Ильич Карлов, генеральный директор Национального союза селекционеров и семеноводов России Анатолий Васильевич Михилев, и.о. директора ФНЦ ЗБК кандидат сельскохозяйственных наук Владимир Александрович Стебаков.

На пленарном заседании с научными докладами выступили доктора сельскохозяйственных наук: Амелин А.В., Головина Е.В., Мельник А.Ф., Резвякова С.В., доктор экономических наук Прока Н.И., кандидаты сельскохозяйственных наук: Стебаков В.А., Штырхунов В.Д., Пискунова А.В., Вороничев Б.А., Зеленов А.А., кандидат биологических наук Галашева А.М., Мартынов М.А. и другие. Основное внимание в выступлениях было уделено результатам научных достижений по селекции, семеноводству, технологиям возделывания сельскохозяйственных культур, а также фундаментальным приоритетным исследованиям на долгосрочную перспективу до 2030 года.

Во второй половине дня участники конференции ознакомились с полевыми научными опытами в ФНЦ зернобобовых и крупяных культур. Заведующие научными подразделениями В.С.Сидоренко, В.И.Панарина, К.Ю. Зубарева, С.В. Бобков, А.М. Задорин, А.Н. Фесенко, Г.А. Бударина, З.Р. Цуканова рассказали об основных достижениях по селекции, семеноводству и технологиям возделывания зерновых, зернобобовых и крупяных культур, а также о перспективных направлениях научных исследований. В обсуждении

Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» № 3 (55) 2025 г. приняли участие и.о. директора центра В.А. Стебаков, научный руководитель центра В.И. Зотиков, советник председателя совета директоров группы компаний ООО «ЭФКО – семеноводство» Е.В. Журавлёва и другие.



26 июня на базе ФГБНУ ФНЦ ЗБК Компания ООО «Пластилин» провела международную научно-практическую конференцию «Цифровые технологии как элемент платформенных решений научного и технологического обеспечения растениеводства».



Участников конференции приветствовали: генеральный директор ООО «Пластилин» Дмитрий Олегович Медведев, директор дирекции ФНТП Ирина Владимировна Лаврентьева, и.о. директора ФГБНУ ФНЦ зернобобовых и крупяных культур Владимир Александрович

Стебаков, управляющий партнёр ООО «Русид» Гехт Марк Андреевич, научный руководитель ФНЦ ЗБК Владимир Иванович Зотиков, директор отдела селекции и семеноводства ООО «Пластилин» Андрей Анатольевич Зеленов.

В конференции принимали участие представители ООО «Пластилин», ФНЦ ЗБК, ФГБОУ ВО Пензенского ГАУ, ФГБОУ ВО Башкирского ГАУ, ООО «Русид», ООО «Эконива-Семена», ВНИИ пищевых добавок – филиал ФГБУН «ФНЦ пищевых систем им В.М. Горбатова», Национальный центр зерна им П.П. Лукьяненко.

Участники конференции обсудили важные темы по выполнению научных проектов в рамках КНТП, проблемы и перспективы в селекции гороха и сои, вопросы геномной и цифровой селекции самоопыляемых культур, применение органических препаратов для реализации потенциала сортов сельскохозяйственных культур.

27 июня в рамках Аграрной недели Орловской области в Администрации региона состоялось выездное расширенное заседание Комитета Государственной Думы РФ по аграрным вопросам и круглый стол на тему «О реализации Государственной программы эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развитие мелиоративного комплекса РФ и практике правоприменения Федерального закона «О семеноводстве» на примере Орловской области».

Заседание провел Председатель Комитета Государственной Думы по аграрным вопросам Владимир Иванович Кашин. С докладами выступили: заместитель Губернатора Орловской области в Правительстве Орловской области Сергей Борзёнков, директор Департамента земельной политики, имущественных отношений и госсобственности МСХ РФ Вячеслав Леонов, директор Департамента мелиорации МСХ РФ Артём Коровин, генеральный директор АО «Щёлково Агрохим Салис Каракотов, директор ООО «Родная земля» Михаил Жилин, руководитель филиала АО «Росагролизинг» по ЦФО Юлия Дегтерёва. В рамках круглого стола выступили: научный руководитель ФНЦ ЗБК член-корреспондент РАН В.И. Зотиков, директор ВНИИСПК С.Д. Князев, ректор Орловского ГАУ имени Н.В. Парахина В.Н. Масалов и другие.



28 июня коллектив ФНЦ ЗБК принял участие в традиционном празднике «День русского поля», проходившем в рамках Аграрной недели – 25 во Мценском районе Орловской области. Здесь, на демонстрационном участке, были продемонстрированы сортовые посевы сельскохозяйственных культур отечественной селекции, были представлены и лучшие селекционные достижения ФГБНУ ФНЦ ЗБК последних лет по гороху, сое, яровой пшенице.

РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ ГОРОХА НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

Л.И. ЛИХАЧЕВА, старший научный сотрудник, ORCID: 0000-0001-9161-1496,

E-mail: selektsiya@bk.ru

А.В. МОСКАЛЕВ, научный сотрудник, ORCID: 0000-0002-5559-2635,

E-mail: almos10@yandex.ru

Н.В. ЛИХАЧЁВА, научный сотрудник, ORCID: 0000-0001-5681-2487,

E-mail: nata.lihachiova2012@yandex.ru

Н.Н. МАТОЛИНЕЦ, кандидат сельскохозяйственных наук,

ORCID: 0009-0003-1074-8792,

E-mail: matolinets-nikolay@mail.ru

УРАЛЬСКИЙ ФАНЦ УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН, Г. ЕКАТЕРИНБУРГ

Аннотация. В Красноуфимском селекционном центре ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН на протяжении нескольких десятилетий успешно реализуются комплексные исследования, направленные на создание новых сортов сельскохозяйственных культур, адаптированных к специфическим климатическим и экологическим условиям Среднего Урала. В рамках данной научной программы основное внимание уделяется созданию высокоурожайных сортов гороха с повышенной устойчивостью к неблагоприятным факторам окружающей среды, включая засуху, низкие температуры, избыточное увлажнение и воздействие фитопатогенов. В результате многолетних исследований созданы новые сорта гороха: усатый неосыпающийся сорт Красноуфимский 20 с урожайностью 2,98 т/га, детерминантный усатый сорт Метеор с продуктивностью 2,84 т/га, сорт гороха морфотипа «хамелеон» Уральский 90 с урожайностью 2,92 т/га и листочковый сорт Малахит с зелёными семенами, обеспечивающий урожайность 2,37 т/га. Сорт Метеор характеризуется сокращённым вегетационным периодом, опережающим стандарт на 5 дней, и одновременным созревaniem бобов на стебле. Листочковый сорт Малахит обладает повышенной устойчивостью к полеганию в 2-3 балла, в сравнении со стандартом Красноуфимский 93 (2 балла). Эти сорта обладают не только высокой продуктивностью, но и значительным уровнем устойчивости к полеганию, израстанию, осыпанию, фитопатогенным микроорганизмам и вредителям, что делает их перспективными для использования в сельскохозяйственном производстве на Среднем Урале.

Ключевые слова: сорт, горох посевной (*Pisum sativum* L.), урожайность, адаптивность, сортоиспытание, морфотип.

Для цитирования: Лихачева Л.И., Москалев А.В., Лихачёва Н.В., Матолинец Н.Н. Результаты селекции гороха на Среднем Урале. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2025; 3(55):12-17. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-3-12-17

THE RESULTS OF PEA BREEDING IN THE MIDDLE URALS

L.I. Likhacheva, A.V. Moskalev, N.V. Likhacheva, N.N. Matolinets

FSBSI URAL FEDERAL AGRARIAN RESEARCH CENTER OF THE URAL BRANCH OF
THE RAS

Abstract: For several decades, the Krasnoufimsky Breeding Center of the FSBSI UrFASRC UrB of RAS has been successfully implementing comprehensive research aimed at creating new crop varieties adapted to the specific climatic and environmental conditions of the Middle Urals.

Within the framework of this scientific program, the main focus is on the creation of high-yielding pea varieties with increased resistance to adverse environmental factors, including drought, low temperatures, excessive moisture and exposure to phytopathogens. As a result of many years of research, new varieties of peas have been created: the mustachioed, non-crumbling Krasnoufimskiy 20 variety with a yield of 2.98 t/ha, the determinant mustachioed Meteor variety with a yield of 2.84 t/ha, the chameleon Uralskiy 90 pea variety with a yield of 2.92 t/ha, and the leafy Malachite variety with green seeds, which provides a yield of 2.37 t/ha. The Meteor variety is characterized by a shortened growing season, 5 days ahead of the standard, and simultaneous ripening of beans on the stem. The Malachite leaf variety has an increased resistance to lodging by 2-3 points, in comparison with the Krasnoufimskiy 93 standard (2 points). These varieties have not only high productivity, but also a significant level of resistance to lodging, overgrowth, shedding, phytopathogenic microorganisms and pests, which makes them promising for use in agricultural production in the Middle Urals.

Keywords: variety, seed peas (*Pisum sativum* L.), yield, adaptivity, variety testing, morphotype.

Для устранения дефицита растительного белка необходимо увеличить его производство. В этом контексте ключевую роль играют зернобобовые культуры, особенно горох, который занимает 3,3% (4,7 млн тонн) от общего объема зерновых и зернобобовых культур в Российской Федерации. Однако доля гороха в структуре посевных площадей страны остается незначительной, не превышая 1%. Основные регионы возделывания гороха – Ставропольский край, Алтайский край и Ростовская область [1].

Горох обладает рядом преимуществ, таких как короткий вегетационный период, устойчивость к весенним заморозкам до -4°C , высокое содержание белка (до 25%) и сбалансированный аминокислотный состав, что делает его важным источником полноценного растительного белка [2]. Благодаря симбиотической азотфиксации, горох способен усваивать азот из воздуха, оставляя доступный азот для других культур. Это снижает потребность в азотных удобрениях и способствует улучшению экологической устойчивости агроландшафтов [3].

Одним из основных направлений селекционной работы является создание сортов гороха с усатым типом листа, что повышает их устойчивость к полеганию и увеличивает продуктивность. Растения с длинными междоузлиями (длинностебельные) более подвержены полеганию, что приводит к значительным потерям урожая [3]. Морфотип гороха с усатолисточковой формой листа (хамелеоны), обладают высоким потенциалом продуктивности в сочетании с устойчивостью к полеганию и более высокой устойчивостью к засухе [4, 5]. Современные селекционные достижения направлены на создание сортов с оптимальными морфологическими характеристиками, такими как компактное строение куста, короткие междоузлия и прочная стебельная ось [6].

Создаваемые сорта должны обладать не только высоким потенциалом продуктивности, но и устойчивостью к полеганию, израстанию, осыпанию семян, а также к основным заболеваниям и вредителям. Важным аспектом является технологическая совместимость сортов с современными методами уборки, включая прямое комбайнирование [7, 8, 9]. Это позволяет снизить потери урожая и повысить эффективность сельскохозяйственного производства.

Цель работы – создание высокоурожайных сортов гороха, устойчивых к негативным условиям среды в условиях Среднего Урала.

Материалы и методы

Селекционная работа по созданию сортов проводилась на полях Красноуфимского селекционного центра ФГБНУ УрФАНЦ УрО РАН по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [10]. Селекционные посевы гороха размещались в десятипольном севообороте отдела селекции. Предшественник – пшеница. Почва – серая лесная. Поля севооборота имели следующие агрохимические показатели: pH

(ГОСТ 26483-85) – 5,36, гидролитическая кислотность (ГОСТ 26212-2021) – 3,83 мг-экв/100г почвы, содержание гумуса (ГОСТ 26213-2021) – 4,4%, легкогидролизуемого азота (по Корнфилду) – 140,1 мг/кг почвы, подвижного калия (ГОСТ 54650-2011) – 131,5 мг/кг почвы, фосфора (ГОСТ 54650-2011) – 162,5 мг/кг почвы. Красноуфимский 11 используется в качестве стандарта у усатых морфотипов, Красноуфимский 93 стандарт у листочковых морфотипов гороха. Закладка и уборка опытов проводилась ручным и механизированным способами в зависимости от этапа селекционной работы: сеялки ССФК-7 и СС-11; комбайн ВИМ – Wintersteiger «Classic».

Результаты и обсуждение

В результате многолетней селекционной работы были выведены сорта гороха, обладающие высоким потенциалом продуктивности, а также демонстрирующие высокую устойчивость к полеганию, израстанию, осыпанию, поражению патогенами и повреждению вредителями. К числу таких сортов относятся: Красноуфимский 11, Красноуфимский 20, Метеор, Уральский 90 и Малахит (таблица).

Таблица

Характеристика перспективных сортов (2019-2024 гг.)

Показатель	Красноуфимский 11, ст.	Красноуфимский 20	Метеор	Уральский 90	Красноуфимский 93, ст.	Малахит
Урожайность, т/га	2,64	2,98	2,84	2,92	2,29	2,37
Вегетационный период, дней	81	79	76	82	79	79
Число бобов на растении, шт.	3,7	3,7	3,9	4,1	5,0	3,6
Число семян на растении, шт.	12,3	14,1	12,2	11,0	16,4	13,3
Масса семян с растения, г	2,2	2,7	2,5	2,6	2,5	2,4
Масса 1000 семян, г	192	198	202	241	155	185
Содержание белка, %	22,7	20,1	21,9	22,2	22,4	19,4
Длина стебля, см	53,3	54,7	60,4	44,1	76,3	71,2
Устойчивость: к полеганию, балл	4,6	4,7	4,7	4,6	2,0	3,1
Поражение аскохитозом, %	9,4	9,1	11,6	9,6	8,3	9,5
Поражение корневыми гнилями, %	35,0	36,2	39,4	38,0	37,4	37,4
Повреждение гороховой плодожоркой, %	5,4	5,0	3,6	6,9	7,2	5,1
Урожай белка с гектара, кг/га	600	594	627	648	517	481

Красноуфимский 11. Включен в Госреестр селекционных достижений по Волго-Вятскому региону с 2014 года, отмечен Госкомиссией по сортоиспытанию как ценный горох по качеству зерна [11]. Разновидность var. cirrosum. Создан методом гибридизации с

последующим индивидуальным отбором из гибридной популяции Казанец × Марафон. Сорт среднеспелый, вегетационный период 61-86 суток. Слабо поражается аскохитозом и корневыми гнилями. Устойчив к полеганию, имеет неосыпающиеся семена. Средняя урожайность сорта в конкурсном испытании (2019-2024 гг.) составила 2,40 т/га. Максимальная урожайность получена в экологическом испытании перспективных сортов гороха в Уральском НИИСХ 4,08 т/га в 2009 г. Масса 1000 зерен колебалась от 156 до 236 г. Содержание белка в зерне в среднем 23,8%, что выше, чем у Красноуса на 1,4%; в 2013 г. – 26,7%. Красноуфимский 11 короткостебельный безлисточковый (усатый) горох. Устойчивость к полеганию 4,9 балла по 5-бальной шкале. Использование зерна для продовольственных и кормовых целей.

Красноуфимский 20. Включён в Госреестр селекционных достижений в 2023 г. по регионам: Волго-Вятский (4), Северо-Кавказский (6), Уральский (9), Западно-Сибирский (10) [9]. Короткостебельный, неосыпающийся усатый горох (var. *cirrosus*) (30-70 см), отличается высоким уровнем урожайности. Сорт создан методом гибридизации с последующим индивидуальным отбором из гибридной популяции. В качестве материнской формы был взят сорт Rondo (Нидерланды) – листочковый горох с сизыми обычными семенами, в качестве отцовской формы взят сорт Красноуфимский 11. В 2018 году начато размножение этого сортообразца. Бобы луцильного типа с сильно развитым пергаментным слоем, слабоизогнутой формы с тупой верхушкой. Среднее число бобов на растении 4-5 (максимальное – 9), семян в бобе – 5 (максимальное – 7). Семена по размеру средние, округлые, светло-розовые, гладкие, матовые, с шиповидным образованием, представляющим собой остаток семяножки. Масса 1000 семян 140-212 г, в среднем 186 г. Содержание белка 17-24%. Разваримость и вкусовые качества хорошие. Максимальная урожайность получена в 2023 году на производственных посевах Красноуфимского селекционного центра (66 га) – 3,9 т/га. Превосходит стандарт Красноуфимский 11 по урожайности в среднем на 0,30 т/га (2,70 т/га). Среднеспелый, созревает за 67-87 суток. Меньше поражается аскохитозом и корневыми гнилями, чем стандартный сорт. Повреждение плодояжкой меньше стандарта. Устойчивостью к полеганию 4,5-5,0 баллов.

Метеор. Данный сорт с 2024 года включен в Госреестр селекционных достижений по регионам: Волго-Вятский (4), Уральский (9) [9]. Выведен методом индивидуального отбора из гибридной комбинации (Казанец × Марафон) × Зауральский 1. Среднеспелый, вегетационный период от всходов до хозяйственной спелости колебался от 65 до 78 суток, в среднем 71 суток (созревает на 5 дней раньше стандарта Красноуфимский 11). Сорт урожайный. За годы конкурсного испытания (2019-2024 гг.) средняя урожайность составила 2,58 т/га, что выше Красноуфимского 11 на 0,30 т/га. Максимальная урожайность 4,17 т/га получена на Берёзовском ГСУ Пермского края в 2022 году. Сорт Метеор превышает Красноуфимский 11 по числу бобов (4,0 шт.) и семян на растении (12,5 шт.), по массе семян с одного растения (2,5 г). Масса 1000 семян колебалась от 176 до 217 г, в среднем 198 г. Содержание белка от 21,0% до 25,9%. Метеор короткостебельный, но по длине стебля выше Красноуфимского 11 на 7,3 см. Устойчивость к полеганию 4,6 баллов по пятибальной шкале, у Красноуфимского 11 – 4,5 балла. Сорт Метеор безлисточковый, с неосыпающимися семенами, детерминантный. Поражение аскохитозом в естественных условиях составило в среднем – 13,8%, в искусственных – 20,7%, корневыми гнилями – 40,2%. Повреждение гороховой плодояжкой в среднем 4,5%. Аскохитозом поражается ниже стандарта, корневыми гнилями на уровне стандарта. Повреждение плодояжкой меньше стандарта. Затраты энергии на единицу урожая у сорта Метеор ниже, чем у Красноуфимского 11 на 3,5 ГДж/т. Назначение сорта – использование зерна для продовольственных и кормовых целей.

Уральский 90. Создан в Красноуфимском селекционном центре Уральского НИИСХ – филиал ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН. Передан на Госсортоиспытание в 2023 году по 4, 9, 10, 11 регионам РФ. Родословная сорта: получен методом гибридизации с последующим индивидуальным отбором у гибридов третьего поколения. Родительские формы: Спартак × Тюмонец. Морфотип «хамелеон». Разновидность var. *Zelenovii* Serd. et stankev. Бобы

слабоизогнутые, с тупой верхушкой, 4-5-семянные. Семена шаровидные, гладкие. Семяздоли желтые. Рубчик светлый. Среднеспелый (70-80 дней). Средняя урожайность в конкурсном испытании в 2019-2024 гг. составила 2,58 т/га. Наибольшая урожайность семян получена в КСИ в 2020 году 3,76 т/га. Устойчивость к полеганию высокая и к осыпанию средняя. Среднеустойчив к аскохитозу, превышает стандарты по устойчивости к корневым гнилям. Гороховой плодояркой повреждается на уровне стандартов. Среднеустойчив к засухе и переувлажнению. Содержание белка в зерне 23,6-26,3%. Масса 1000 семян 230-250 г, устойчивость к полеганию 5 баллов. Имеет хорошие вкусовые качества, разваримость семян равномерная. Назначение сорта: использование зерна для продовольственных и кормовых целей.

Малахит. С 2025 года сорт включен в Госреестр селекционных достижений по Волго-Вятскому региону (4) [11]. Длинностебельный листочковый горох с зелёными неосыпающимися семенами, отличается высоким уровнем урожайности. Превосходит стандарт Красноуфимский 93 по урожайности на 0,54 т/га, содержание белка в зерне 20,9%, устойчивость к полеганию – 3,2 балла. Максимальная урожайность зерна получена в конкурсном сортоиспытании в 2019 году – 3,62 т/га (стандарт Красноуфимский 93 – 2,58 т/га). Аскохитозом поражается ниже стандарта, корневыми гнилями на уровне стандарта. Повреждение плодояркой меньше стандарта. В производственных посевах горох сорта Малахит (полегает 3,1 балла) полегает меньше сорта Красноуфимский 93 (полегает 2,0 балла) и имеет верхнее расположение бобов на растении, поэтому возможна механизированная уборка комбайном, так как бобы расположены в верхней части стебля, которая не полегает. Прикрепление нижнего боба на уровне 40-45 см. Сорт Малахит имеет большую вегетативную массу и его можно использовать на зелёный корм, приготовление сенажа, силоса.

Заключение

В результате многолетних исследований в Красноуфимском селекционном центре были выведены новые сорта гороха с генетически закрепленным признаком неосыпаемости семян: Красноуфимский 20, Метеор и Малахит; с признаком детерминантности – Метеор; сорт гороха морфотипа «хамелеон» – Уральский 90; листочковый сорт с зелёными семенами – Малахит. Научная работа по улучшению технологичности гороха и повышению его устойчивости к условиям Среднего Урала продолжается по полной схеме селекционного процесса.

Исследования выполнены на базе ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН в рамках Селекционно-семеноводческого центра по зерновым культурам и картофелю.

Литература

1. Сайт Федеральной службы государственной статистики: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> (дата обращения: 02.04.25).
2. Лысенко А.А. Урожайность и качество возделываемых в Приазовской зоне Ростовской области сортов зернового гороха в зависимости от гидротермических факторов. // Зерновое хозяйство России. – 2022. – Т. 14. – № 2. – С. 70-76. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-80-2-70-76.
3. Омелянюк Л.В., Асанов А.М., Кармазина А.Ю. Доноры признаков структуры стебля в селекции гороха усатого морфотипа для Сибирского региона. // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2021. – № 4 (44). – С. 25-34. DOI: 10.48136/2222-0364_2021_4_25.
4. Соболева Г.В., Зеленов А.А., Соболев А.Н. Характеристика образцов гороха морфотипа хамелеон по относительной засухоустойчивости. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – № 2(38). – С. 38-44. – DOI 10.24412/2309-348X-2021-2-38-44.
5. Задорин А. М., Конова 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.

6. Филатова И. А. Факториальные составляющие продуктивности гороха с усатым и листочковым морфотипом. // Зерновое хозяйство России. - 2020. - № 4(70). - С. 36-39. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-70-4-36-39.
7. Семенова Е.В., Бойко А.П., Новикова Л.Ю. и др. Фенотипические признаки, определяющие дифференциацию генофонда гороха (*Pisum sativum* L.) по направлениям использования. // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2022. – Т. 26. – № 7. – С. 599-608. DOI: 10.18699/VJGB-22-74.
8. Кожухова Е.В., Орешникова О.П., Новиков В.В. Анализ элементов продуктивности коллекционных образцов гороха. // Земледелие. – 2021. – № 7. – С. 44-48. DOI: 10.24412/0044-3913-2021-7-44-48.
9. Лихачева Л. И., Москалев А.В. Взаимосвязь элементов продуктивности у гороха с усатым и листочковым морфотипом. // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – Т. 35, – № 6. – С. 15-19. – DOI 10.24411/0235-2451-2021-10603.
10. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск первый. Общая часть. Москва – 2019. – 329 с.
11. Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию: официальное издание. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», – 2025. – 620 с.

References

1. Website of the Federal State Statistics Service: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> (accessed: 02.04.25).
2. Lysenko A.A. Productivity and quality of grain pea varieties cultivated in the Azov zone of the Rostov region depending on hydrothermal factors. *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2022, Vol. 14, no. 2, pp. 70-76. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-80-2-70-76.
3. Omel'yanyuk L. V., Asanov A. M., Karmazina A. Yu. Donors of stem structure traits in breeding of peas of the whiskered morphotype for the Siberian region. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2021, no. 4(44), pp. 25-34. DOI: 10.48136/2222-0364_2021_4_25.
4. Soboleva G.V., Zelenov A.A., Sobolev A. N. Characteristics of pea samples of the chameleon morphotype by relative drought resistance. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2021, no. 2(38), pp. 38-44. – DOI 10.24412/2309-348X-2021-2-38-44.
5. 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.
6. Filatova I.A. Factorial components of productivity of peas with whisker and leafy morphotypes *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2020, no. 4(70), pp. 36-39. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-70-4-36-39.
7. Semenova E.V., Bojko A.P., Novikova L.Yu. et al. Phenotypic traits determining differentiation of the pea (*Pisum sativum* L.) gene pool according to directions of use. *Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii*. 2022, Vol. 26, no. 7, pp. 599-608. DOI: 10.18699/VJGB-22-74.
8. Kozhuhova E.V., Oreshnikova O.P., Novikov V.V. Analysis of productivity elements of collection samples of peas. *Zemledelie*, 2021, no. 7, pp. 44-48. DOI: 10.24412/0044-3913-2021-7-44-48.
9. Lihacheva L.I., Moskaev A.V. Relationship between productivity elements in peas with tendrill and leaf morphotypes. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2021, Vol. 35, no. 6, pp. 15-19. – DOI 10.24411/0235-2451-2021-10603.
10. Methodology of state variety testing of agricultural crops. First edition. General part. Moscow, 2019, 329 p.
11. State Register of Varieties and Hybrids of Agricultural Plants Approved for Use: Official Publication. Moscow, FGBNU «Rosinformagrotekh», 2025, 620 p.

СЕМЕНОВОДСТВО ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СОРТОВ СОИ НА ЮГО-ВОСТОКЕ КАЗАХСТАНА

Р.Ж. КУШАНОВА, доктор философии (PhD), ORCID ID: 0000-0001-6003-9298,
E-mail: kizkushanova22@mail.ru

С.В. ДИДОРЕНКО, кандидат биологических наук, ORCID ID: 0000-0002-2223-0718,
E-mail: svetl_did@mail.ru

К.К. БАЙМАГАМБЕТОВА, доктор биологических наук, ORCID ID: 0000-0001-7880-1092,
E-mail: baimagambetovakk@mail.ru

А.Т. КЕНЕНБАЕВ, доктор философии (PhD), ORCID ID: 0000 0002 3432 3945,
E-mail: amanshik_92@mail.ru

ТОО «КАЗАХСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ
И РАСТЕНИЕВОДСТВА», С. АЛМАЛЫБАК, РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

Аннотация. В последние десятилетия масштабные обороты набирает производство сои как на мировой арене, так и в республике Казахстан. Многофункциональное использование сои как в масличном, техническом и кормопроизводительном направлении имеет важное значение в народном хозяйстве. Для повышения доли отечественных сортов сои на рынке Казахстана необходимо правильное ведение семеноводства в НИУ оригинаторе ТОО «КазНИИЗиР» и получение высококачественных семян высших репродукций. В Казахском научно-исследовательском институте земледелия и растениеводства системное ведение семеноводческих питомников (П-I, П-II; Р-I и Р- II) служит основой для размножения и получения качественных, кондиционных высших репродукций семян. В данной статье показаны результаты по развитию семеноводства высокопродуктивных сортов сои – Жансая, Ай Сауле, Память ЮКГ и Ласточка для внедрения и обеспечения сельхозпроизводителей. К ведущим регионам по производству сои относится – Алматинская, Жетысуйская, Восточно-Казахстанская области – более 95% всего производства по республике. Основная доля площадей сои сосредоточена в Алматинской и Жетысуйской областях – 83%. Средняя урожайность сои по Казахстану составила от 20 до 23 ц/га.

Ключевые слова: соя, семеноводство, коммерческие сорта, репродукция.

Для цитирования: Кушанова Р.Ж., Дидоренко С.В., Баймагамбетова К.К., Кененбаев А.Т. Семеноводство отечественных сортов сои на юго-востоке Казахстана. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2025; 3(55):18-25. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-3-18-25

SEED PRODUCTION OF DOMESTIC SOYBEAN VARIETIES IN THE SOUTH-EAST OF KAZAKHSTAN

R. Zh. Kushanova, S.V. Didorenko, K.K. Baimagambetova, A.T. Kenenbaev

LLP «KAZAKH RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE AND PLANT GROWING»,
ALMALYBAK, REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Abstract: In recent decades, soybean production has been gaining momentum both in the world arena and in the Republic of Kazakhstan. The multifunctional use of soybeans in the oilseed, technical and forage production directions is of great importance in the national economy. To increase the share of domestic soybean varieties on the Kazakhstan market, it is necessary to properly manage seed production at the originator research institute - LLP "KRIAPG" and obtain high-quality seeds of the highest reproductions. At the Kazakh Research Institute of Agriculture and

Plant Growing, the systematic management of seed nurseries (P-I, P-II; R-I and R-II) serves as the basis for the propagation and production of high-quality, high-quality reproductions of seeds. This article shows the results of the development of seed production of highly productive soybean varieties - Zhansaya, Ai Saule, Pamyat YuKG and Lastochka for implementation and provision of agricultural producers. The leading regions for soybean production include Almaty, Zhetysay, and East Kazakhstan regions, which account for more than 95% of all production in the Republic. The main share of soybean areas is concentrated in Almaty and Zhetysay regions - 83%. The average soybean yield in Kazakhstan was from 20 to 23 c/ha.

Keywords: soybeans, seed production, commercial varieties, reproduction.

Введение

Производство масличных культур имеет важное значение в народном хозяйстве. В мировом сельском хозяйстве имеется более 50 видов масличных растений с содержанием жира от 20 до 60%. Однако 97% всего объема производства маслосемян приходится только на 5 культур: соя (51%), хлопчатник (14%), рапс (12%), арахис (11%) и подсолнечник (10%). Масличные культуры имеют многофункциональное значение - применяют в хлебопекарной, кондитерской, консервной промышленности, являются сырьем при изготовлении маргарина, мыла, олифы, стеарина, линолеума, используется в лакокрасочном производстве, при ситцепечатании, в парфюмерии, медицине и т.д. Побочные продукты (обезжиренный жмых) является ценным концентрированным кормом для животных. Одной из распространенных масличных культур в настоящее время является соя. Содержание масла в семенах колеблется от 16 до 27 % и белка от 35 до 45% [1, 2]. В технологии земледелия соя приносит пользу являясь азотфиксатором для улучшения почвы азотом, что важно, как предшественник в севообороте.

Крупнейшие в мире производители сои – Бразилия, США, Аргентина, Россия и Китай. Рост посевной площади в мире под масличными культурами в период 2019-2024 года составил от 248 до 276 млн.га, или на 11%, производство выросло от 575 до 672 млн.тн. или 17%, в том числе производство сои за этот период снизилось на 4%, сказалась засуха в некоторых странах. По прогнозу валовые сборы сои к 2031 году достигнут 411 млн. тонн, что вдвое превышает совокупный объем производства других масличных культур (188 млн. тн). Рост валовых сборов идет на $\frac{3}{4}$ благодаря повышению урожайности [3].

В России основными регионами возделывания сои являются – Амурская область, Приморский край, Курская и Белгородская области, Краснодарский край – 62% всех посевных площадей, из них 44% приходится на Дальний Восток. Общая площадь посева отечественных сортов дальневосточной селекции составила 621.8 тыс. га. К востребованным сортам относятся – *Алена, Китросса, Лидия, Евгения, МК 100, Сентябринка* и др. Российская селекция и семеноводство сортов сои имеют перспективы к дальнейшему развитию за счет создания и внедрения высокобелковых сортов для обеспечения импортозамещения семян и продовольственной безопасности в сфере перерабатывающей промышленности [4-6].

Морфологические, физиологические и биологические особенности сортов оказывают важное значение на продуктивность. В Германии – Семенной Альянс – при создании нового сорта учитывают качества и свойства, которые сохранялись бы до 15-20 лет и ее генетический потенциал можно выделить с помощью семеноводства [7].

Производство сои в республике Казахстан

В Казахстане производство сои начато в 1986 году на незначительных площадях (до 25 тыс.га) в двадцати пяти колхозах и совхозах, входящих в НПС «Соя» со средней урожайностью до 25 ц/га. С 2010 года по 2024 год наблюдался ежегодный прирост посевных площадей – с 60,2 до 100 тыс.га или динамика роста составила 40%. В отдельные годы по сравнению с 2024 годом прирост посевных площадей составил от 7% (2017) до 28% (2022) год, самый пик пришелся на 2020 год – 38,7%. Площади посева сои в период 2019-2024 годов показывают динамику снижения с 138 тыс. га до 100 тыс. га за счет сокращения посевов этой культуры в северных областях. Средняя урожайность сои по Казахстану составила от 20 до 23 ц/га [8], (рис. 1).

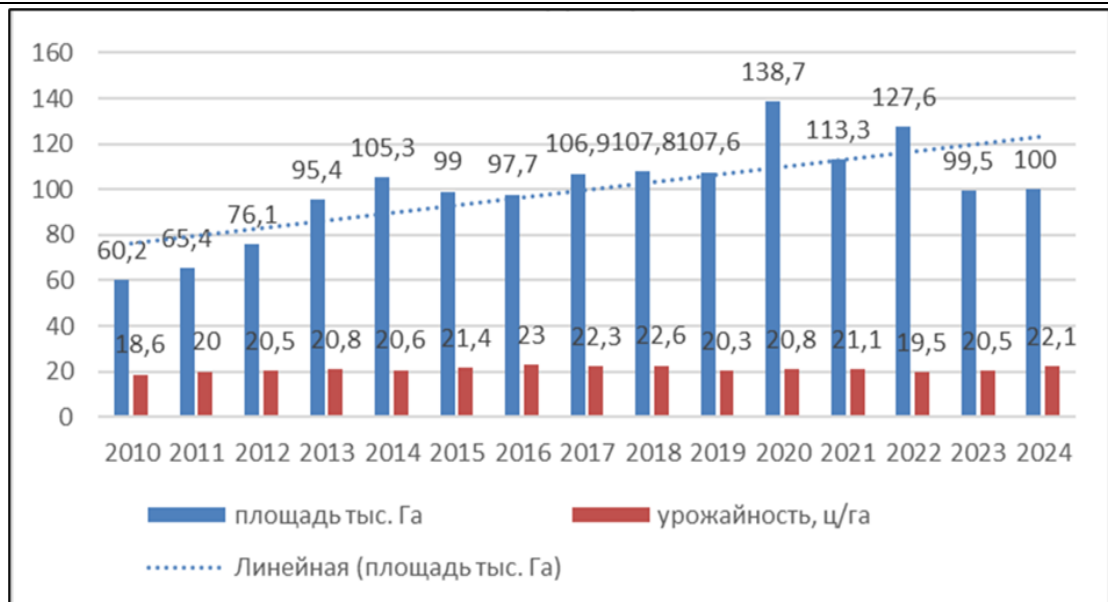


Рис. 1. Динамика роста посевной площади элитных сортов и урожайности сои по Казахстану – 2010-2024 годы

Казахстанские сельхозпроизводители пытаются выращивать сою в разных регионах страны. Но получается эффективно далеко не у всех – культура требовательна к почвенно-климатическим условиям и к соблюдению технологии возделывания. Так, урожайность сои в 2021 году в среднем по республике составила 21,1 ц/га, в том числе в Алматинской – 23,8 ц/га; Костанайской – 4,6 ц/га; Восточно-Казахстанской – 8,6 ц/га и Северо-Казахстанской области – 6,7 ц/га. Развитие производства высококачественных семян сои необходимо для снижения импортозависимости и увеличения посевных площадей отечественными сортами [9]. Основными производителями сои в Казахстане являются хозяйства в Алматинской, Жетысуйской, Восточно-Казахстанской областях. На их долю приходится более 95% всего производства по республике. Основная доля площадей сои сосредоточена в Алматинской и Жетысуйской – 83%, Восточно-Казахстанской – 9,4% и Костанайской – 3,9% областях. Урожайность сои в Казахстане в условиях юго-востока на капельном орошении достигает до 5,5 тонн с гектара [10]. Главными причинами снижения валового сбора является снижение посевных площадей сои на севере республики.

Основное производство сои по Алматинской и Жетысуйской области на юго-востоке Казахстана – 2022 – 94%, 2023 – 94% и 2024 – 90% от всего валового производства по республике Казахстан. Наибольший удельный вес по занятости площади по посеву сои приходится на Коксуйский, Ескельдинский, Каратайский и Алакольский районы. Наибольший удельный вес по производству сои занимают Енбекшиказахский (62%), Талгарский (14%), Жамбылский (11%) районы.

Селекционно-семеноводческий центр сои на юго-востоке Казахстана – текущее состояние

Семеноводство – важное направление в сельском хозяйстве для воспроизводства элитных семян с сохранением таких качеств, как урожайность и чистосортность с целью обеспечения сельхозпроизводителей отечественными сортами. Основными задачами семеноводства являются – воспроизводство сортового семенного материала высокого качества; сохранение чистосортности и кондиционности; своевременное сортообновление и внедрение новых продуктивных сортов в производство. ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства» является ведущим научным учреждением аграрного профиля на юге Казахстана. Селекционно-семеноводческий центр имеет 7 научных отделов, три лаборатории: технология качества семян, биотехнология растений и молекулярно-биологического анализа растений, где ведутся научно-исследовательские работы по селекции и семеноводству сельскохозяйственных культур [11-13]. В лаборатории масличных культур создано более 30 сортов, 22 из которых

Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» № 3 (55) 2025 г.
рекомендованы для возделывания в семи регионах Казахстана. Созданные сорта охватывают диапазон вегетационного периода от 90 до 150 дней и возделываются от севера до юга республики (рис. 2).



Рис. 2. Демонстрация рекомендованных сортов сельскохозяйственных культур, созданных в ТОО КазНИИЗиР

Коммерческие высокопродуктивные сорта сои для сельхозпроизводителей

В данное время коммерческими селекционными достижениями и рекомендованными в Государственном реестре Госсортоиспытания применяются сорта сои – *Жансая*, *Айсауле*, *Память ЮКГ* и *Ласточка*. Оригинатором этих сортов является Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства.

Жансая – Высота растения 95-105 см. Высота прикрепления нижних бобов 7-10 см. На главном стебле 8-10 междоузлий. Тип роста – полудетерминантный. Опушение – рыжевато-коричневое. Окраска венчика – фиолетовая. Семена шаровидно-овальной формы. Масса 1000 семян 170-175 г. Окраска семян – желтая, поверхность гладкая, матовая. Рубчик – черный. Относится к группе среднеспелых (II группа спелости), вегетационный период в Алматинской области 125-130 суток. Урожайность зерна 39-45 ц/га, содержание белка в зерне 40-41%, содержание масла – 19%. Не полегают. Бобы созревают одновременно, не растрескиваются, зерно не осыпается. Допущен к использованию в Алматинской области. **Авторы:** Ю.Г. Карягин, С.В. Дидоренко, Р.К. Умбеталиева, Ж.Н. Бекжанов, А.М. Бакиев.

Айсауле – Высота растения 100-110 см. Высота прикрепления нижних бобов 12-15 см. Тип роста полудетерминантный. Окраска венчика фиолетовая. Масса 1000 семян – 180-190 г. Окраска семян желтая, поверхность гладкая, матовая. Рубчик желтый. Относится к группе среднепоздних (III группа спелости), вегетационный период 135-140 суток. Урожайность зерна в КСИ за 2016-2018 гг. 45,7 ц/га, содержание белка в зерне 38,7%, содержание масла 23,4%. Не полегают. Особенности сорта – высокомасличный. Допущен к использованию в Алматинской области. **Авторы:** С.В. Дидоренко, М.С. Кудайбергенов, А.В. Агеев, А.И. Абугалиева.

Память ЮКГ – Высота растения 95-105 см. Высота прикрепления нижних бобов 7-10 см. На главном стебле 8-10 междоузлий. Тип роста – полудетерминантный. Опушение – рыжевато-коричневое. Окраска венчика – фиолетовая. Семена шаровидно-овальной формы. Масса 1000 семян 170-175 г. Окраска семян – желтая, поверхность гладкая, матовая. Рубчик – черный. Относится к группе среднеспелых (II группа спелости), вегетационный период в Алматинской области 125-130 суток. Урожайность зерна 39-45 ц/га, содержание белка в зерне 40-41%, содержание масла – 19%. Не полегают. Бобы созревают одновременно, не

растрескиваются, зерно не осыпается. Допущен к использованию в Алматинской области

Авторы: Ю.Г. Карягин, С.В. Дидоренко, Р.К. Умбеталиева, Ж.Н. Бекжанов, А.М. Бакиев.

Ласточка – высота растения – 90-100 см, высота прикрепления нижних бобов 13-15 см. Тип роста – полудетерминантный. Опушение – серое. Окраска венчика – белая. Масса 1000 семян 170-175 г. Окраска семян – желтая, поверхность гладкая, матовая. Рубчик – коричневый. Относится к группе среднепоздних (III группы спелости), вегетационный период в Алматинской области 130-135 суток. Урожайность зерна на поливе 35-40 ц/га, содержание белка в зерне 39%, содержание масла – 19%. Засухоустойчивость – средняя. Бобы созревают одновременно, не растрескиваются, зерно не осыпается. Допущен к использованию в Алматинской, Жамбылской и Южно-Казахстанской областях. **Авторы:** Ю.Г. Карягин, Б.М. Жанысбаев.

Система семеноводства в ТОО Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства

Площади посева питомников размножения и первичного семеноводства сои составляют порядка 10% от всей площади в ТОО «КазНИИЗиР» (до 200 гектаров ежегодно). Полученные в результате селекции сорта сои выращиваются в питомниках – П-I, П-II; Р-I и Р-II. Применение в производстве семян высших репродукций позволяет получить прибавку урожая 10-15% (рис. 3).

Объемы семеноводческого производства коммерческих сортов сои в зависимости от погодных условий отличаются по валовому сбору. В 2019 году 412,5 тонн и в 2024 году 418,6 тонн получен наибольший валовый сбор, которому способствовали факторы воздействия внешней среды – обилие осадков. В 2021 – 106,2 тонн и 2022 – 128,5 тонн годы были засушливыми (рис. 4).

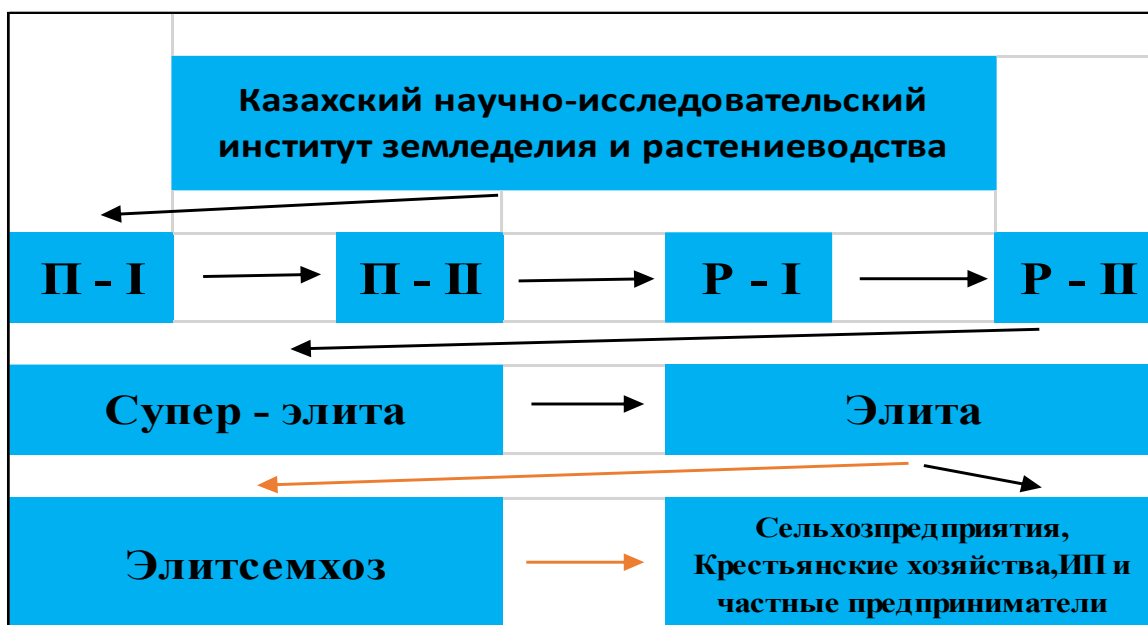


Рис. 3. Схема первичного и элитного семеноводства для обеспечения элитными семенами сои сельхозпроизводителей юга-востока Казахстана (красная линия – из-за отсутствия элитсемхоза по сое, реализация идет на прямую с сельхозпредпринимателями)

В ТОО «КазНИИЗиР» в 2023 году объем обеспечения элитными семенами сельхозпроизводителей составил: сорт *Жансая* элита – 37,3 тонн; *Айсауле* суперэлита – 0,3 тонн и элита 44,6 тонн, *Ласточка* элита – 0,1 тонн. В 2024 году сорт *Жансая* элита – 23,1 тонн, *Айсауле* элита – 41,3 тонн; в 2025 году сорт *Жансая* элита – 77,9 тонн; *Айсауле* Р-I – 56,8 тонн, суперэлита – 7,2 тонн и элита – 21,6 тонн. Ежегодная реализация элитных семян для сельхозпроизводителей составляет от 70,8 тонн (2023) до 89,8 тонн (2024) и 177,9 тонн 2025 году.

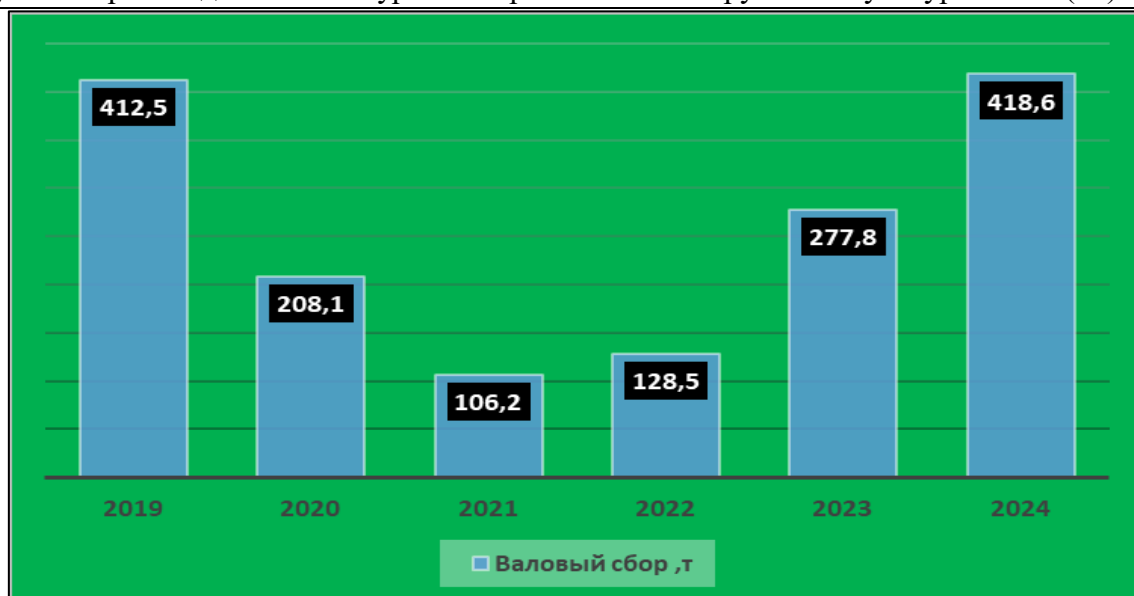


Рис. 4. Объем первичного и элитного семеноводства сои на юго-востоке Казахстана – 2019-2024 гг.

Передовыми предприятиями и частными предпринимателями по закупке и производству элитных семян сои коммерческих сортов являются:

- **Товарищество с ограниченной ответственностью (11)** – ЧАФ Турген, ТОО Завод Казахской Академии Питания "Амиран", ТОО ЕНБЕКШИ, СПК Жетысу-АстыкАгро, ТОО Смарт Агро 2024, ТОО Organic Village (Органик Виладж), ТОО Молочная Долина, Производственный кооператив Шелек, ТОО Буда; ТОО "BGM PRODUCTION";
- **Крестьянские хозяйства (11)** – К/Х Мусрепов, КХ ПАНИН, КХ Сабит, К/Х Барс, К/Х СӘЛІМЖАН Б, КХ Сокбаев-М, КХ Кайрат, КХ НҰРТӨЛЕ, КХ Хильниченко В.П.;
- **Индивидуальный предприниматель (1)** – Толкынов Амангельды Мангазович;
- **Частные предприниматели (14)** – Байдақ Нұрзат, Мулькибаев Нурбек, Тұрдықожа Нұртолқын.

Заключение

Семеноводство, как неотъемлемая структура, соединяющая науку и производство, обеспечивает внедрение новых сортов и способствует продовольственной безопасности страны. ТОО «КазНИИЗиР» как крупнейший селекционно – семеноводческий центр на юго-востоке Казахстана является оригинатором ряда полевых культур, в частности сои. Налаженная система семеноводства позволяет обеспечивать сельхозпроизводителей высококачественными семенами коммерческих сортов сои. Однако отсутствие элитсемхозов сдерживает расширение посевных площадей под отечественными сортами.

Работа выполнена в рамках Программно-целевого финансирования Министерства сельского хозяйства республики Казахстан по бюджетной программе BR 22885857 «Создание и внедрение в производство высокопродуктивных сортов и гибридов масличных, крупяных культур, с целью обеспечения продовольственной безопасности Казахстана».

Литература

1. Sfera.fm Лидеры по производству и экспорту подсолнечного и растительного масла [Электронный ресурс]. – 2023. URL: <https://sfera.fm/articles/maslichnye/lidery-po-proizvodstvu-i-eksportu-podsolnechnogo-i-rastitelnogo-masla>
2. Transformation.kz Анализ текущего состояния развития Растениеводства - Масличные культуры [Электронный ресурс]. – 2023. URL: <https://transformation.kz/tpost/27gfkamb11-glava-1-analiz-tekushego-sostoyaniya-ra>

3. Eldala.kz Топ-10 производителей семян льна. [Электронный ресурс]. – 2023. URL: <https://eldala.kz/rating/13284-top-10-proizvoditeley-semyan-lna>
4. Расулова В.А., Мельник А.Ф. Анализ современного состояния производства сои в России. // Вестник сельского развития и социальной политики. – 2020. – № 3 (27). – 68 с.
5. Синеговский М.О. Перспективы производства сои в Дальневосточном федеральном округе. // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2020. – 1:13. – 16 с. DOI 10.30850/vrsn/2020/1/1316
6. Гуляева Т. И. Экономика Российской селекции и семеноводства: современное состояние и пути развития. // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Экономика и управление. – 2018. – Т. 4 (70). – № 4. – 56 с.
7. German-seed-alliance.de/ru Эксперты в области селекции [Электронный ресурс]. – 2023. URL.- <https://www.german-seed-alliance.de/ru/leistungen/produktion/>
8. Didorenko S., Sagit I., Kassenov R., Dalibayeva A., Zhapayev R., Kunypiyaeva G., Zhapparova A., Kushanova R., Saljnikov E. Monitoring of Pod Dehiscence and Non-Shedding of Soybean Varieties and Hybrid Populations in Kazakhstan // Agronomy. – 2025. <https://doi.org/10.3390/agronomy15040969>
9. Didorenko S.V., Kassenov R. Zh, Kisetova E. M., Bayzhanov Zh. R. and Kushanova R. Zh. Current Status of Oilseed Crops in The Republic of Kazakhstan (Review) // OCL - Oilseeds and fats, Crops and Lipids. – 2025. <https://doi.org/10.1051/ocl/2025012>
10. Дидоренко С.В., Кисетова Э.М., Касенов Р.Ж., Байжанов Ж.Р., С.В. Кушанова Р.Ж., Сагит И. Продуктивность и качество сортов сои созданных на разных этапах селекционных работ в Казахском научно–исследовательском институте земледелия и растениеводства. // Исследования и результаты. - Алматы. – 2024. – № 2-1. <https://doi.org/10.37884/2-1-2024/542.85-98>
11. Дидоренко С.В., Кисетова Э.М., Касенов Р.Ж., Кушанова Р.Ж. Сравнительная оценка показателей продуктивности отечественных и зарубежных сортов сои в условиях Алматинской области. // Костанай. - 3i - интеллект, идея, инновация. – 2024. https://doi.org/10.52269/22266070_2024_3_27
12. Дидоренко С.В., Кабылбекова Г.К., Тусупбаев К.Б., Касенов Р.Ж. Технологии получения высоких урожаев и кондиционных семян сои (нормы высева, предпосевная обработка семян, способы уборки). // Рекомендация. - Алмалыбак, Асыл кітап. – 2023. – 18 с.
13. Кудайбергенов М.С., Дидоренко С.В., Жексенбекова М.А., Калибаев Б. С. Семеноводство – основной фактор расширения посевных площадей сои в Казахстане. // Сборник материалов Международной научно-практической конференции «Биотехнология, генетика и селекция растений». - Алмалыбак. – 2017. – С. 169-171

References

1. Sfera.fm Leaders in the production and export of sunflower and vegetable oil [Electronic resource], 2023. URL: <https://sfera.fm/articles/maslichnye/lidery-po-proizvodstvu-i-eksportu-podsolnechnogo-i-rastitelnogo-masla>
2. Transformatsiya.kz Analysis of the current state of development of Crop Production - Oilseeds [Electronic resource], 2023. URL: <https://transformation.kz/tpost/27gfkamb11-glava-1-analiz-tekushego-sostoyaniya-ra>
3. Eldala.kz Top 10 flax seed producers [Electronic resource], 2023. URL: <https://eldala.kz/rating/13284-top-10-proizvoditeley-semyan-lna>
4. Rasulova V.A., Melnik A.F. Analysis of the current state of soybean production in Russia. *Vestnik sel'skogo razvitiya i sotsial'noy politiki*, 2020, no. 3(27), p.68 (In Russian)
5. Sinegovsky M.O. Prospects for soybean production in the Far Eastern Federal District. *Vestnik rossiyskoy sel'skokhozyaystvennoy nauki*, 2020, no. 1:13, p. 16. DOI 10.30850/vrsn/2020/1/1316 (In Russian)
6. Gulyaeva, T.I. Economy of Russian selection and seed production: current state and development paths. Scientific notes of the Crimean Federal University named after V. I. Vernadsky. *Ekonomika i upravleniye*, 2018, Vol. 4(70), no. 4, p. 56 (In Russian)

7. German-seed-alliance.de/ru Experts in the field of selection [Electronic resource], 2023. URL. - <https://www.german-seed-alliance.de/ru/leistungen/produktion/>
8. Didorenko S., Sagit I., Kassenov R., Dalibayeva A., Zhapayev R., Kunypiyaeva G., Zhapparova A., Kushanova R., Saljnikov E. Monitoring of Pod Dehiscence and Non-Shedding of Soybean Varieties and Hybrid Populations in Kazakhstan. *Agronomy*, 2025. <https://doi.org/10.3390/agronomy15040969>
9. Didorenko S.V., Kassenov R. Zh, Kisetova E. M., Bayzhanov Zh. R. and Kushanova R. Zh. Current Status of Oilseed Crops in The Republic of Kazakhstan (Review). *OCL - Oilseeds and fats, Crops and Lipids*. 2025. <https://doi.org/10.1051/ocl/2025012>
10. Didorenko S.V., Kisetova E.M., Kasenov R.Zh., Baizhanov Zh.R., S.V. Kushanova R.Zh., Sagit I. Productivity and quality of soybean varieties created at different stages of breeding work in the "Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing". *Issledovaniya i rezul'taty*, Almaty, 2024, no. 2-1. <https://doi.org/10.37884/2-1-2024/542.85-98> (In Russian)
11. Didorenko S.V., Kisetova E.M., Kasenov R.Zh., Kushanova R.Zh. Comparative assessment of productivity indicators of domestic and foreign soybean varieties in the conditions of the Almaty region. *3i - intellekt, ideya, innovatsiya*, Kostanay, 2024, https://doi.org/10.52269/22266070_2024_3_27 (In Russian)
12. Didorenko S.V., Kabylbekova G.K., Tusupbaev K.B., Kasenov R.Zh. Technologies for obtaining high yields and quality soybean seeds (seeding rates, pre-sowing seed treatment, harvesting methods). *Rekomendatsiya*, Almalybak, Asyl kitap, 2023, p. 18 (In Russian)
13. Kudaibergenov M.S., Didorenko S.V., Zheksenbekova M.A., Kalibayev B.S. Seed production is the main factor in expanding soybean areas in Kazakhstan. *Sbornik materialov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Biotekhnologiya, genetika i selektsiya rasteniy*. Almalybak, 2017, pp.169-171(In Russian)

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ И СТАБИЛЬНОСТЬ СОРТОВ СОИ В АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ

А.А. ТЕВЧЕНКОВ, младший научный сотрудник, E-mail: soya@lniir.ru
ORCID ID 0000-0003-3582-5558

Е.И. СЕНИЧЕВ, младший научный сотрудник, E-mail: soya@lniir.ru
ORCID ID 0009-0001-3777-980X

В.В. ТРУНОВ, младший научный сотрудник, E-mail: soya@lniir.ru
ORCID ID 0009-0003-2766-9601

ЛИПЕЦКИЙ НИИ РАПСА – ФИЛИАЛ ФГБНУ «ФНЦ ВНИИ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР
ИМЕНИ В.С. ПУСТОВОЙТА»

Аннотация. В статье представлены результаты агроэкологических исследований сортов сои и их адаптивного потенциала в Калужской области в Спас-Деменском районе в 2016-2019 гг. Показатели экологической пластичности и стабильности рассчитывали по методике S.A. Eberhart и W.A. Russell в редакции В.А. Зыкова. Стрессоустойчивость и среднюю урожайность в контрастных условиях определяли по уравнению A.A. Rossille, J. Hamblin. Рассчитан индекс условий среды (I_j), дана оценка пластичности по коэффициенту линейной регрессии (b_i), определена экологическая стабильность сортов, стрессоустойчивость и генетическая гибкость. Благоприятные условия возделывания сортов были в 2016 г индекс условий среды I_j имел положительные значения – 0,27. Высокую пластичность показали сорта Припять ($b_i=1,82$), Георгия ($b_i=1,65$), Окская ($b_i=1,43$) и Волма ($b_i=1,27$). Лучшими сортами по показателю экологической стабильности (σ_d^2) являются Светлая (0,0008) и Припять (0,0002). В агроклиматических условиях Калужской области повышенную устойчивость к стрессовым факторам показали сорта Магева, Светлая и Касатка (-0,27). Более высокой генетической гибкостью обладают сорта Припять (2,1) и Окская (2,0). Сорт Припять имеет лучшие показатели по урожайности, экологической пластичности, стабильности и генетической гибкости.

Ключевые слова: соя, исследования, экологическая пластичность, стабильность, гибкость, стрессоустойчивость.

Для цитирования: Тевченков А.А., Сеничев Е.И., Трунов В.В. Экологическая пластичность и стабильность сортов сои в агроклиматических условиях Калужской области. Зернобобовые и крупяные культуры. 2025; 3(55):26-32. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-3-26-32

ENVIRONMENTAL PLASTICITY AND STABILITY OF SOYBEAN VARIETIES IN AGROCLIMATIC CONDITIONS OF THE KALUGA REGION

A.A. Tevchenkov, E.I. Senichev, V.V. Trunov

LIPETSK RAPESEED RESEARCH INSTITUTE – THE BRANCH OF FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER V.S. PUSTOVOIT ALL-RUSSIAN RESEARCH INSTITUTE OF OIL CROPS»

Abstract: The article presents the results of agroecological studies of soybean varieties and their adaptive potential. in the Kaluga region in the Spas-Demensky district in 2016-2019. The indicators of ecological plasticity and stability were calculated according to the methodology of S.A. Eberhart and W.A. Russell, edited by V.A. Zykov. Stress resistance and average yield under contrasting conditions were determined by the equation of A.A. Rossille, J. Hamblin. The

environmental conditions index (I_j) is calculated, plasticity is estimated by the linear regression coefficient (b_i), ecological stability of varieties, stress resistance and genetic flexibility are determined. Favorable conditions for cultivating varieties were in 2016. The index of environmental conditions I_j had positive values – 0.27. High plasticity was shown by the varieties Pripyat ($b_i = 1.82$), Georgiya ($b_i = 1.65$), Okskaya ($b_i = 1.43$) and Volma ($b_i = 1.27$). The best varieties in terms of environmental stability (σd^2) are Svetlaya (0.0008) and Pripyat (0.0002). In the agro-climatic conditions of the Kaluga Region, Mageva, Svetlaya and Kasatka varieties showed increased resistance to stress factors (-0.27). Pripyat (2.1) and Okskaya (2.0) varieties have higher genetic flexibility. The Pripyat variety has the best performance in terms of yield, environmental plasticity, stability and genetic flexibility.

Keywords: soybeans, research, ecological plasticity, stability, flexibility, stress resistance.

На современном этапе развития сельскохозяйственного производства соя является наиболее востребованной зернобобовой культурой. Высокое содержание в семенах сои полноценного по аминокислотному составу, растворимости и усваиваемости белка от 32,0 до 48% и высококачественного по жирно-кислотному составу масла до 25% делают её уникальной культурой [1]. Она широко используется в различных отраслях народного хозяйства на пищевые, кормовые, технические и другие цели.

В настоящее время созданы сорта сои для возделывания в Нечерноземной зоне. Центральная Нечерноземная зона представляет собой регион с рискованными условиями земледелия для получения стабильного урожая семян этой культуры. Формирование высокопродуктивных посевов сельскохозяйственных культур, способных максимально использовать природные и агротехнические факторы в большей степени зависит от сорта [2].

Сорт – один из самых дешевых и доступных средств повышения урожайности. Сорт служит биологическим фундаментом, на котором строятся все основные элементы технологии. Поэтому изучение сорта в конкретных зональных условиях по его продуктивности, устойчивости к болезням, вредителям, приспособляемости к высокотехнологичным элементам возделывания остается важной задачей [3, 4].

При современных подходах к интенсификации растениеводства зависимость урожайности от условий внешней среды не только не ослабевает, но и усиливается. Это объясняется тем, что с ростом урожайности сортов сои проявляется тенденция к снижению их устойчивости к абиотическим и биотическим стрессам. При этом значительно возрастает роль тех факторов внешней среды, оптимизировать которые в полевых условиях практически невозможно. Поэтому проблема изучения адаптивности сортов сои, особенно актуальна для условий Центрального Нечерноземья ввиду своеобразия климатических условий данной зоны [5].

Важными характеристиками сорта, как средства производства, являются показатели экологической стабильности и пластичности. Эти показатели характеризуют устойчивость сорта к различным условиям выращивания и способность к адаптации.

Цель исследований – провести комплексную агроэкологическую оценку сортов сои северного экотипа разных групп спелости по параметрам экологической стабильности и пластичности в условиях Калужской области.

Материалы и методы

Изучение сортов северного экотипа проводилось в Калужской области в Спас-Деменском районе в 2016-2019 гг. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая $pH_{\text{сол}}$ – 5,2, содержание органического вещества 1,6%, подвижного фосфора – 100 мг/кг почвы, обменного калия – 65 мг/кг почвы и азота легкогидролизуемого – 50 мг/кг почвы.

Изучали сорта сои скороспелой и среднеспелой группы спелости: Магева, Светлая, Касатка, Матела и Георгия оригинатор – ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», Припять и Волма – оригинатор – ООО «Соя-Север Ко».

Сорт Магева. Средний урожай семян составил 1,57 т/га. Масса 1000 семян – 141-153 г. Содержание сырого белка в семенах – 39-42%, жира – 17-19%. Сорт раннеспелый, период вегетации 83-99 суток.

Сорт Светлая. Растение детерминантного типа роста. Средняя урожайность семян 7,3-17,4 ц/га. Масса 1000 семян 128 г. Содержание белка 41,7%, жира – 19,2%. Ранний, вегетационный период 94-102 дня.

Сорт Малета. Сорт очень раннеспелый с продолжительностью вегетационного периода 81...90 суток. Масса 1000 семян 159-193 г. Средняя урожайность семян составила 2,2 т/га, Содержание сырого протеина в семенах 39-41%, содержание жира 18-20%.

Сорт Окская. Сорт раннеспелый, период вегетации 84-107 суток. Семена удлинённые, масса 1000 семян 131-160г. Содержание белка – 39,1-40,8%, жира – 19,8%.

Сорт Касатка. Тип роста – детерминантный, вегетационный период составляет 76-85 дней. Высота растений в зависимости от условий выращивания достигает 76 см. Масса 1000 семян 145-168г. Содержание сырого белка в семенах – 47%, содержание жира 16-18%. Средняя урожайность семян составила 2,4 т/га

Сорт Георгия. Тип развития растения – индетерминантный. Сорт раннеспелый, период вегетации 94-105 дней. Масса 1000 семян 153-162 г. Содержание сырого протеина 38-45%, жира 16-18%. Средняя урожайность 2,2 т/га, максимальная 2,8 т/га.

Сорт Волма. Тип роста – индетерминантный, высота растения – 80-110 см. Масса 1000 семян – 170-180 г. Содержание белка в зерне составляет 39%, масла – 22%. Средняя урожайность 2,8-3,0 т/га

Сорт Припять. Тип роста полудетерминантный, высота растения 60-70 см. Масса 1000 семян 150-170 г. Содержанием белка в зерне 43%, жира 22,0-23,5%. Средняя урожайность 13,8-14,0 ц/га.

Исследования проводились по общепринятой методике [6]. Агротехника в опыте соответствовала рекомендованной технологии возделывания сои в условиях данного региона. Предшественник – яровая пшеница. Площадь делянок 1 га, без повторений, размещение делянок систематическое.

Агротехника в опыте классическая: зяблевая вспашка на глубину составляла 20-22 см; ранневесеннее боронование; предпосевная культивация на глубину 5-6 см. В день посева семена сои обрабатывались инокулянт «Нордикс Ж» в дозе расхода препарата 1 л/т семян. Посев производили зерновой сеялкой марки «Клен-6» с междурядьями 15 см и нормой высева 500 тыс. шт. всхожих семян на 1 га. В течение вегетации в посевах сои проводили две обработки гербицидами. Первую обработку почвенным гербицидом (Зенкор Ультра КС, норма расхода 0,75 л/га) сразу после посева, вторую – в фазу двух тройчатых листа гербицидом Базагран ВР, норма расхода препарата 3,0 л/га. Опрыскивание посевов проводили опрыскивателем УГ. Уборку сои проводили в фазу полной спелости при влажности семян 15-16% зерноуборочным комбайном «Полесье GS12». После уборки урожая проводили первичную очистку семян и доведение их до влажности 14%.

Показатели экологической пластичности и стабильности рассчитывали по методике S.A. Eberhart и W.A. Russell в редакции В.А. Зыкин [7]. Методика основана на вычислении коэффициента линейной регрессии b_i (экологическая пластичность) и среднеквадратического отклонения от линии регрессии (S_i^2). Для вычисления коэффициента линейной регрессии определяли индексы условий среды (I_j), характеризующие изменчивость условий, в которых выращивали сорт. Стрессоустойчивость и среднюю урожайность в контрастных условиях определяли по алгоритму A.A. Rossille, J. Hamblin (1981).

Метеорологические условия в годы проведения исследований значительно различались по температурному режиму и условиям увлажнения, что позволило объективно оценить особенности реакции изучаемых сортов в различных условиях их возделывания (табл. 1).

Погодные условия в годы проведения исследований существенно различались. В 2017 г. и 2018 г. температура воздуха по месяцам вегетации сои была ниже по сравнению со средними многолетними данными и по сравнению 2016 г. и 2019 г.

Погодные условия в период проведения исследований, 2016-2019 гг.

Год	Месяца				
	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Количество осадков, мм					
Среднее многолетнее	14,0	17,1	19,9	13,6	12,2
2016	13,7	17,2	19,8	18,8	11,4
2017	10,7	14,0	18,7	18,5	14,4
2018	16,8	15,5	20,3	19,2	14,8
2019	14,4	18,7	15,5	15,4	10,8
Среднесуточная температура воздуха, °С					
Среднее многолетнее	54	69	92	77	73
2017	154,4	191,7	83,3	95,7	81,1
2017	100,1	215,5	190,5	99,7	80,1
2018	78,4	35,3	140,4	51,3	60,5
2019	192,7	132,6	157,4	102,1	49,5

В 2016 г. погодные условия были относительно благоприятные для роста и развития сои, средняя температура воздуха незначительно превышала средние многолетние данные на 0,1°С и составила 15,5°С. Количество осадков за вегетационный период составило 606,2 мм. Вегетационный период 2017 г. можно охарактеризовать как менее благоприятным для сои, средняя температура воздуха была ниже на 0,9°С по сравнению с нормой. Количество осадков, выпавших в период с мая по сентябрь, составило 685,9 мм, что в 2 раза выше нормы. Агроклиматические условия 2018 г. были благоприятными для произрастания сои: температура воздуха была выше на 0,6°С с достаточными количествами осадков в сравнении со средними многолетними значениями. Температура и водный режим в условиях 2019 г. были ниже климатической нормы на 0,3°С в течение всего сезона с количеством осадков 634,4 мм, что выше климатической нормы.

Наиболее благоприятным для роста и развития растений сои был 2018 г., гидротермический коэффициент (ГТК) равнялся 1,4. В 2016, 2017 и 2019 гг. метеорологические условия вегетационного периода сои отличались избыточным увлажнением (ГТК составил – 2,60, 3,43 и 2,75, соответственно). Стоит отметить, что в течение всех лет проведения исследований условия тепло- и влагообеспеченности были крайне контрастными, варьирование ГТК по месяцам находилась в пределах 0-4.

Результаты и обсуждение

Для характеристики условий выращивания сортов сои использовали индекс условий среды (I_j). Индексы условий показывают, насколько лучше или хуже складывались условия возделывания сортов в конкретный год в условиях сравнения с усредненным результатом за 4 года. В 2016 и 2018 гг. I_j имел положительные значения (0,02-0,27), что свидетельствует о достаточно благоприятных условиях возделывания. Отрицательные значения индекса I_j от -0,11 до -0,18 в 2017, 2019 гг., указывают на неблагоприятный гидротермический режим для формирования урожая семян сои. Лучшие условия для роста и развития наблюдалось в 2016 г. ($I_j = 0,27$), при этом средний урожай семян сои в опыте составил 2,07 т/га. В неблагоприятных условиях в 2017 г. средняя урожайность сои уменьшилась в 1,3 раза и составила 1,62 т/га.

В таблице 2 представлены данные по урожайности сортов сои за 4 года, необходимые для определения показателей пластичности и стабильности

Ещё в 1966 году S.A. Eberhart и W.A. Russell в своих работах предложили оценивать экологическую пластичность сортов по двум показателям – коэффициенту регрессии и среднеквадратическому отклонению от линий регрессии (вариансе стабильности). Чем выше числовые значения коэффициента, тем сильнее реакция сорта на улучшение условий его

Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» № 3 (55) 2025 г.

выращивания. В современных научных исследованиях предлагается оценка пластичности по коэффициенту линейной регрессии (b_i), который отражает степень реакции генотипа на изменение условий среды [4, 5]. Высокой пластичностью (отзывчивость на изменяющиеся условия окружающей среды) отличались сорта, у которых коэффициенты регрессии по урожайности были больше 1 ($b_i > 1$). Чем выше значения коэффициента ($b_i > 1$), тем большей отзывчивостью обладает данный сорт.

Таблица 2

Индексы условий окружающей среды и коэффициенты линейной регрессии (b_i) для изучаемых сортов сои, 2016-2019 гг.

Сорт	Средняя урожайность по сорту, т/га				$\sum Y_i$	Y_i	b_i	S_i^2
	2016	2017	2018	2019				
Магева	1,81	1,62	1,65	1,54	6,60	1,65	0,51	0,00
Светлая	1,84	1,58	1,74	1,64	6,80	1,70	0,57	0,00
Касатка	1,45	1,49	1,73	1,64	6,31	1,58	-0,18	0,02
Малета	2,10	1,68	1,78	1,72	7,28	1,82	0,94	0,00
Окская	2,30	1,67	1,77	1,69	7,43	1,86	1,43	0,01
Геоorgia	2,33	1,54	1,87	1,75	7,48	1,87	1,65	0,00
Припять	2,51	1,69	2,03	1,81	8,03	2,01	1,82	0,00
Волма	2,22	1,67	2,00	1,72	7,60	1,90	1,27	0,00
$\sum Y_j$	16,57	12,93	14,54	13,49	57,53	1,80	–	
Y_j	2,07	1,62	1,82	1,69				
I_j	0,27	-0,18	0,02	-0,11				

В наших исследованиях наиболее высокие значение коэффициента линейной регрессии отмечаются у сорта Припять ($b_i=1,82$), Геоorgia ($b_i=1,65$), Окская ($b_i=1,43$) и у сорта Волма ($b_i=1,27$).

При $b_i < 1$ сорт реагирует слабее на изменение условий среды и его лучше использовать на экстенсивном фоне, где можно получить максимум отдачи при минимуме затрат. Согласно расчетам, такая особенность отмечается у сортов Малета, Светлая и Магева ($b_i=0,51-0,94$).

При расчете значений экологической стабильности (σd^2) изучаемые сорта показали высокие результаты, согласно определения являются стабильными (табл. 3). Лучшими по этому показателю являются сорт Светлая и Припять, среднеквадратичное отклонение S_i^2 которых составляет 0,0008 и 0,0002, соответственно.

Таблица 3

Стабильность урожайности сортов сои (S_i^2).

Сорт	Отклонение урожайности σ_{ij} , т/га				$\sum \sigma_{ij}^2$	σd^2
	2016	2017	2018	2019		
Магева	0,016	0,058	-0,016	-0,058	0,007	0,0036
Светлая	-0,014	-0,020	0,031	0,003	0,002	0,0008
Касатка	-0,073	-0,117	0,152	0,038	0,044	0,0219
Малета	0,026	0,030	-0,061	0,004	0,005	0,0027
Окская	0,054	0,074	-0,119	-0,009	0,023	0,0113
Геоorgia	0,008	-0,030	-0,039	0,061	0,006	0,0031
Припять	0,008	0,008	-0,019	0,003	0,000	0,0002
Волма	-0,025	-0,003	0,070	-0,043	0,007	0,0037

В условиях Центрального Нечерноземного региона важно подобрать стрессоустойчивые сорта сои, поскольку в этом регионе часто наблюдается низкие температуры, возврат заморозков в период прорастания семян, перепады температур и

Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» № 3 (55) 2025 г. обильные осадки. Данный показатель определяется разностью урожайности сортов ($Y_2 - Y_1$) и показывает уровень их устойчивости к стрессовым условиям произрастания, имеет отрицательный знак. Стрессоустойчивость сорта тем выше, чем меньше разрыв между максимальной (Y_1) и минимальной (Y_2) урожайностью [8, 9].

Наиболее стрессоустойчивыми сортами являются Магева, Светлая и Касатка с показателем -0,27. Также высокой устойчивостью к стрессовым факторам обладает сорт Малета и Волма с показателями -0,42 и -0,56, соответственно (табл.4)

Генетическая гибкость сорта – это компенсаторная способность, которая отражает среднюю урожайность в контрастных условиях. Чем выше степень соответствия между генотипом сорта и факторами внешней среды, тем выше эта величина [9]. Расчет проводится по следующей формуле: $(Y_2 - Y_1)/2$. Сорта Припять, Окская, Малета, Георгия и Волма характеризуется высокой генетической гибкостью с показателями 2,1-1,9.

Таблица 4

Сорта сои, обладающие стрессоустойчивостью и генетической гибкостью (2016-2019)

Сорт	Урожайность, т/га		Стрессоустойчивость	Генетическая гибкость
	max	min		
Магева	1,81	1,54	-0,27	1,7
Светлая	1,84	1,58	-0,27	1,7
Касатка	1,73	1,45	-0,27	1,6
Малета	2,10	1,68	-0,42	1,9
Окская	2,30	1,67	-0,63	2,0
Георгия	2,33	1,54	-0,79	1,9
Припять	2,51	1,69	-0,83	2,1
Волма	2,22	1,67	-0,56	1,9

Заключение

Оптимальные условия для формирования урожайности сортов сои сложились в 2016 году ($I_j = 0,27$), при этом средняя урожайность семян составила 2,07 т/га.

Высокой пластичностью по коэффициенту регрессии по урожайности отличались сорта Припять ($b_i = 1,82$), Георгия ($b_i = 1,65$), Окская ($b_i = 1,43$) и Волма ($b_i = 1,27$).

Наилучшие показатели экологической стабильности (σ_d^2) выявили у сорта Светлая и Припять, среднеквадратичное отклонение (S_i^2) которых составляет 0,0008 и 0,0002, соответственно.

Возделывание сои в агроклиматических условиях Калужской области не всегда является благоприятным в течение вегетации. В нашем опыте лучшие показатели стрессоустойчивости (-0,27) отмечалась у сорта Магева, Светлая и Касатка.

Расчет средней урожайности в контрастных условиях позволил выделить сорта Припять и Окская, отличающиеся более высокой генетической гибкостью.

Сорт Припять имеет лучшие показатели по урожайности, экологической пластичности, стабильности и генетической гибкости. По основным изучаемым признакам выделен сорт Припять, который имеет высокую урожайность, экологически пластичен и стабилен.

По результатам изучения сортообразцов сои в условиях Калужской области выделены сорта, сочетающие высокую урожайность и пластичность: Припять, Георгия, Окская и Волма. Эти сорта можно рекомендовать для дальнейшего использования в селекции.

Литература

1. Бельшкіна М.Е., Гуреева Е.В. Содержание и качество жира в семенах сои северного экотипа. // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2020. – № 21 (184). – С. 15-23
2. Belyshkina, M.; Zagoruiko, M.; Mironov, D.; Bashmakov, I.; Rybalkin, D.; Romanovskaya, A. The Study of Possible Soybean Introduction into New Cultivation Regions Based on the Climate Change Analysis and the Agro-Ecological Testing of the Varieties. // *Agronomy*, 2023, 13, 610. <https://doi.org/10.3390/agronomy13020610>
3. Наумкин В.Н., Ступин А.С., Лопачев Н.А. [и др.]. Адаптивное растениеводство. – Санкт-Петербург: Издательство «Лань». – 2018. – 356 с.

4. Зайцева О.А., Симонов В.Ю., Дьяченко В.В. Селекционная оценка сортов сои по основным хозяйственно ценным признакам и свойствам в условиях юго-запада Центрального региона. //Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – №. 9. – С. 100-105.
5. Тевченков А.А., Федорова З.С., Сеничев Е.И. Урожайность сортов сои в Центральном Нечерноземье при использовании различных норм внесения регулятора роста. // Аграрный вестник Урала. – 2024. – Т. 24, № 1. – С. 22-31. – DOI 10.32417/1997-4868-2024-24-01-22-31.
6. Лукомец В.М., Тишков Н.М., Трунова М.В. [и др.] Методика проведения агротехнических исследований в опытах с масличными культурами (Сообщение 1. Исследования в опытах с соей). // Масличные культуры. – 2023. – № 1(193). – С. 33-52. – DOI 10.25230/2412-608X-2023-1-193-33-52.
7. Зыкин В.А., Белан И.А., Юсов В.С., Корнева С.П. Методика расчета экологической пластичности сельскохозяйственных растений по дисциплине «Экологическая генетика». – Омск. – 2008. – 36 с.
8. Li M., Liu Y., Wang C. et al. Identification of traits contributing to high and stable yields in different soybean varieties across three Chinese latitudes. //Frontiers in plant science. – 2020. – Т. 10. – 1642 с.
9. Горлова Л.А., Бочкарева Э.Б., Сердюк В.В. [и др.] Экологическая пластичность и стабильность сортов рапса озимого в условиях центральной зоны Краснодарского края. // Масличные культуры. – 2020. – № 3 (183). – С. 45-50. – DOI 10.25230/2412-608X-2020-3-183-45-50.

References

1. Belyshkina M.E. Gureeva E.V. Content and quality of fat in northern ecotype soybean seeds. *Izvestiya sel'skokhozyaistvennoi nauki Tavridy*. 2020, no. 21(184), pp. 15-23 (In Russian)
2. Belyshkina, M.; Zagoruiko, M.; Mironov, D.; Bashmakov, I.; Rybalkin, D.; Romanovskaya, A. The Study of Possible Soybean Introduction into New Cultivation Regions Based on the Climate Change Analysis and the Agro-Ecological Testing of the Varieties. *Agronomy*, 2023, 13, 610. <https://doi.org/10.3390/agronomy13020610>
3. Naumkin V. N., Stupin A. S., Lopachev N. A. [et al.]. *Adaptivnoe rastenievodstvo*, Sankt-Peterburg: "Lan" Publ., 2018, 356 p. (In Russian)
4. Beliauskaya L. The results of study of ecological stability and plasticity of Ukrainian soybean varieties. *Annals of Agrarian Science*, 2017, Vol. 15, no. 2, pp. 247-251.
5. Zaitseva O. A., Simonov V. Yu., D'yachenko V. V. Selection evaluation of soybean varieties for the main economically valuable traits and properties in the conditions of the southwest of the Central region. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2021, no. 9, pp. 100-105. (In Russian)
6. Lukomets V. M., Tishkov N. M., Trunova M. V. [et al.] Methodology for conducting agrotechnical research in experiments with oil crops (Message 1. Research in experiments with soybeans). *Maslichnye kul'tury*, 2023, no. 1(193), pp. 33-52, DOI 10.25230/2412-608X-2023-1-193-33-52. (In Russian)
7. Zykin V.A., Belan I.A., Yusov V.S., Korneva S.P. Methodology for calculating the ecological plasticity of agricultural plants in the discipline "Ecological Genetics".Omsk, 2008, 36 p. (In Russian)
8. Li M., Liu Y., Wang C. et al. Identification of traits contributing to high and stable yields in different soybean varieties across three Chinese latitudes . *Frontiers in plant science*, 2020, Vol. 10, pp. 1642.
9. Gorlova L.A., Bochkareva E.B., Serdyuk V.V. et al. Ecological plasticity and stability of winter rapeseed varieties in the conditions of the central zone of the Krasnodar Territory. *Maslichnye kul'tury*, 2020, no. 3 (183). pp. 45-50, DOI 10.25230/2412-608X-2020-3-183-45-50. (In Russian)

ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ЧЕЧЕВИЦЫ В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

А.Г. СУББОТИН, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID 0000-0003-4497-0175, AuthorID 444674. E-mail: subbotinag2014@mail.ru

Ж.Н. МУХАТОВА, Н.В. СТЕПАНОВА, кандидаты сельскохозяйственных наук

ФГБОУ ВО САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ГЕНЕТИКИ, БИОТЕХНОЛОГИИ И ИНЖЕНЕРИИ ИМЕНИ Н.И. ВАВИЛОВА

Аннотация. Одной из ценных зернобобовых культур, используемых в пищевой промышленности и экспортируемой за рубеж, является чечевица. На фоне усиливающейся аридизации климата, возникает острая необходимость в создании новых сортов обладающих устойчивостью к абиотическим и биотическим факторам. А так же способных формировать стабильно высокую продуктивность в складывающихся условиях. В связи с этим оценка исходного материала для дальнейшей селекции в условиях сухостепного Заволжья Саратовской области является актуальным направлением исследований. В статье представлены результаты оценки 22 сортов чечевицы по хозяйственно-ценным признакам на тёмно-каштановых почвах Саратовского Левобережья. Статистическая оценка выявила, что показатели высоты прикрепления нижнего боба, полегания растений, массы семян с 1 растения, содержания клетчатки и золы отнесены к категории со средним варьированием ($20,0 \% > V > 10,0 \%$). Содержание протеина и БЭВ имели слабую межсортовую изменчивость признаков ($V < 10,0 \%$). Средние положительные корреляционные связи установлены между высотой прикрепления нижнего боба и массой 1000 семян ($r=0,56$); количеством семян с 1 растения и содержанием протеина ($r=0,59$); массой семян с 1 растения и содержанием протеина ($r=0,61$); биологической урожайностью и содержанием протеина ($r=0,59$). Выявлено, что урожайность значимо коррелирует с элементами структуры урожая: количеством бобов на растении ($r=0,89$), количеством семян с 1 растения ($r=0,91$), массой семян с 1 растения ($r=0,90$), массой 1000 семян ($r=-0,83$), а также биохимическими показателями: содержанием протеина ($r=0,59$) и клетчатки ($r=-0,50$). Расчёт коэффициента детерминации, выявил наибольший вклад исследуемых параметров в общую продуктивность: количество бобов на растении – 19,6 %, количество семян с 1 растения – 20,5 %, масса семян с 1 растения – 20,1% и масса 1000 семян – 17,1%. Факторные нагрузки составили: по первому фактору – 43,40%, по второму – 15,66 %, по третьему – 12,10 %, по четвертому – 9,68 %, по пятому – 7,74 %, по шестому – 5,26 %.

Ключевые слова: чечевица, селекция, исходный материал, урожайность, факторный анализ.

Для цитирования: Субботин А.Г., Мухатова Ж.Н., Степанова Н.В. Факторный анализ исходного материала чечевицы в условиях Нижнего Поволжья. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2025;3(55):33-41. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-3-33-41

FACTORIAL ANALYSIS OF LENTIL RAW MATERIALS IN THE LOWER VOLGA REGION

A.G. Subbotin, Zh.N. Mukhatova, N.V. Stepanova

VAVILOV SARATOV STATE UNIVERSITY OF GENETICS, BIOTECHNOLOGY AND ENGINEERING

Abstract. *Lentils are one of the valuable legume crops used in the food industry and exported abroad. Against the background of increasing climate aridization, there is an urgent need to create new varieties that are resistant to abiotic and biotic factors. These varieties should also be able to maintain consistently high productivity in the current conditions. Therefore, evaluating the initial material for further breeding in the dry steppe region of the Volga region of the Saratov region is an important research area. The article presents the results of the evaluation of 22 lentil varieties for economically valuable traits on dark chestnut soils of the Saratov Left Bank. Statistical evaluation revealed that the indicators of the height of the lower bean attachment, plant lodging, seed weight per plant, and the content of fiber and ash were classified as having medium variation ($20.0\% > V > 10.0\%$). The content of protein and NDF had low intervarietal variability ($V < 10.0\%$). Average positive correlations were established between the height of the lower bean attachment and the weight of 1,000 seeds ($r=0.56$); the number of seeds per plant and the protein content ($r=0.59$); the weight of seeds per plant and the protein content ($r=0.61$); and the biological yield and the protein content ($r=0.59$). It was found that the yield is significantly correlated with the elements of the yield structure: the number of beans per plant ($r=0.89$), the number of seeds per plant the number of seeds per plant ($r=0.91$), the weight of seeds per plant ($r=0.90$), the weight of 1,000 seeds ($r=-0.83$), and biochemical indicators: protein content ($r=0.59$) and fiber content ($r=-0.50$). The determination coefficient was calculated, and the greatest contribution of the studied parameters to the total productivity was determined: the number of beans per plant – 19.6%, the number of seeds per plant – 20.5%, the weight of seeds per plant – 20.1%, and the weight of 1,000 seeds – 17.1%. The factor loadings were as follows: 43.40% for the first factor, 15.66% for the second factor, 12.10% for the third factor, 9.68% for the fourth factor, 7.74% for the fifth factor, and 5.26% for the sixth factor – 5.26%.*

Keywords: lentils, breeding, initial material, yield, factor analysis.

Введение. В современном земледелии отмечается тенденция увеличения посевных площадей под такими зернобобовыми культурами как соя, нут и чечевица. Одной из ценных культур для производства питания является чечевица (*Lens culinaris* Medik.). Археологические раскопки показали, что она выращивалась более 8 тысяч лет назад на территории Европы и Азии. На территорию России культура попала через Балканские страны, Германию и Литву [1, 2, 3]. Ценность её заключается в биохимическом составе семян – содержание белка варьирует от 24,6 до 31,5 %, жира – 1,06-1,22%, углеводов – 44,2-48,8%. Качественный состав белка представлен незаменимыми аминокислотами, а по содержанию лизина, фенилаланина, треонина и лейцина, чечевица приближается к белкам животного происхождения. Необходимо отметить, что чечевица не накапливает токсины, нитраты и радионуклиды, что позволяет использовать культуру для изготовления экологически безопасных продуктов питания. Кроме того, семена чечевицы обладают хорошими вкусовыми качествами, развариваются и усваиваются (85-86 %) лучше, чем другие традиционные бобовые культуры, используются в кулинарии для приготовления супов, гарниров и др. В пищевой промышленности чечевичное зерно используют для приготовления белковых препаратов, колбас, консервов, шоколада, конфет, печенья. В животноводстве зерно чечевицы используется как ценный концентрированный корм, в то же время солома и мякина содержат переваримого протеина в 2 раза больше, чем в соломе и мякине овса [4].

Увеличивающийся спрос на зерно этой ценной культуры приводит к расширению посевных площадей под чечевицей, на фоне этого возникает острая необходимость в создании новых высокопродуктивных сортов, обладающих высокой устойчивостью к биотическим и абиотическим факторам внешней среды [5, 6, 7]. Особая роль в данном случае отводится изучению генетически разнообразного исходного материала, выделению ценных генотипов для включения их в селекционный процесс в условиях конкретного региона [8, 9, 10]. В результате воздействия условий внешней среды встает проблема изменчивости исходного материала, что затрудняет его оценку, а, следовательно, и поиск генетически ценных форм [11, 12, 13]. Использование статистических методов оценки позволяет

провести всестороннюю оценку, выявить и сгруппировать наиболее ценные генотипы в качестве исходного материала для получения новых объектов интеллектуальной собственности в засушливых условиях Нижнего Поволжья.

Цель исследований – изучить коллекцию сортов чечевицы различного происхождения, провести факторный анализ и выделить источники хозяйственно-ценных признаков для создания новых генотипов, адаптированных к условиям Нижневолжского региона.

Материал и методы исследований

В качестве объектов исследований были выбраны сорта чечевицы различного происхождения: 1. Нива 95 стандарт. 2. Веховская 1. 3. Анфия. 4. Надежда. 5. Аида. 6. Октава. 7. Даная. 8. Екатериновская. 9. Восточная 10. Дельта. 11. Рауза 12. Донская краснозёрная. 13. Рисовая. 14. Новая луна. 15. Розовосемянная. 16. Белая Небуреющая. 17. Орловская краснозерная. 18. Чернава. 19. Пикантная. 20. Фламенко. 21. КДЦ Редклифф. 22. Чёрная жемчужина

Полевые исследования проводили в 2022-2024 гг. на опытном участке УНПО «Поволжье», расположенного в южной части центральной Левобережной микрзоны. Содержание органического вещества (гумуса) в пахотном горизонте – 2,3%. Реакция почвенного раствора нейтральная – слабощелочная (РН = 7,0-7,2). В период проведения исследований отмечали различное количество осадков по годам и месяцам вегетационного периода, а так же высокую вариацию температуры (ГТК вегетационного периода в 2021 г. – 0,47; в 2022 г. – 0,25; в 2023 г. – 0,8).

Повторность в опыте четырёхкратная, размещение вариантов – систематическое, площадь учётной делянки 1 м², ширина междурядья 30 см, глубина заделки семян – 6 см. При проведении полевых экспериментов руководствовались методиками ФГБУ Госсорткомиссия и ВИР (1985). Оценка биохимических показателей проводилась на базе лаборатории ФГБОУ ВО Вавиловского университета по рекомендуемым методикам [11]. Статистическая обработка экспериментальных данных выполнена методами дисперсионного, корреляционного, кластерного и факторного анализов с использованием программ Microsoft Excel и «AGROS 2.09» [12].

Результаты и их обсуждение

Морфометрический и биохимический анализ изучаемых сортообразцов чечевицы показал следующие результаты (таблицы 1, 2).

Анализ изменчивости морфофизиологических характеристик и биохимического состава сортообразцов чечевицы позволил выявить признаки, с высокой степенью вариабельности ($V > 20,0\%$): высота растений, количество бобов на растении, количество семян с 1 растения, масса 1000 семян, биологическая урожайность, содержание жира (рис. 1).



Рис. 1. Общая характеристика изменчивости признаков сортов чечевицы

Морфометрические параметры растений чечевицы, в среднем за 2021-2023 гг.

№	Сортообразец	Высота растений, см	Высота прикрепления нижнего боба, см	Полегание растений, балл
1	Нива 95	51,4	16,0	3,4
2	Веховская 1	44,9	14,3	2,8
3	Анфия	47,2	14,4	2,9
4	Надежда	47,4	14,5	3,3
5	Аида	42,5	15,5	2,8
6	Октава	38,7	15,2	2,9
7	Даная	45,0	17,1	3,3
8	Восточная	34,9	12,3	3,0
9	Дельта	56,1	14,9	2,9
10	Рауза	42,9	15,7	2,7
11	Екатериновская	49,1	16,0	3,2
12	Донская краснотёрная	38,3	13,0	3,0
13	Рисовая	28,7	11,2	3,5
14	Новая луна	25,6	12,6	2,5
15	Розовосемянная	24,0	15,3	2,1
16	Белая небуреющая	32,6	16,9	3,0
17	Орловская краснотёрная	36,6	16,4	3,1
18	Чернава	35,2	12,4	2,7
19	Пикантная	34,2	14,2	3,5
20	Фламенко	38,0	14,0	3,0
21	КДЦ Редклифф	50,2	12,7	3,1
22	Чёрная жемчужина	27,9	14,2	2,9
НСР ₀₅		1,97	0,71	

Таблица 2

Структура урожая и результаты биохимической оценки изучаемых образцов чечевицы, в среднем за 2021-2023 гг.

№	Сорт	Количество растений к уборке, шт./м ²	Количество бобов на растении, шт.	Количество семян с 1 растения, шт.	Масса семян с 1 растения, г	Масса 1000 семян, г	Биологическая урожайность, т/га	Содержание протеина, %	Содержание жира, %	Содержание клетчатки, %	Содержание золы, %	Содержание БЭВ
1	Нива 95	135,8	15,2	18,5	1,17	63,2	1,59	22,5	0,8	6,4	4,1	66,2
2	Веховская 1	140,2	18,3	16,7	1,14	68,4	1,61	21,8	1,9	6,8	3,8	65,7
3	Анфия	145,0	16,0	20,0	1,22	61,5	1,79	21,3	1,1	7,1	3,0	68,5
4	Надежда	128,6	19,4	28,8	1,61	56,0	2,08	25,1	0,5	4,7	3,2	66,5
5	Аида	120,5	22,6	25,2	1,54	59,7	1,82	23,2	1,3	5,4	3,9	66,2
6	Октава	131,8	14,7	21,5	1,33	61,2	1,74	25,7	0,8	5,9	4,8	62,8
7	Даная	127,2	18,9	21,9	1,38	59,4	1,66	21,4	1,0	5,5	3,5	68,6
8	Восточная	120,9	13,7	25,4	1,10	47,2	1,45	24,5	1,0	9,2	3,1	62,2
9	Дельта	134,5	14,8	29,7	1,41	47,2	1,89	23,0	1,3	8,0	3,9	63,8
10	Рауза	153,7	18,6	21,3	1,16	53,6	1,76	23,1	1,0	6,4	3,2	66,3
11	Екатериновская	147,2	19,0	30,1	1,44	48,4	2,15	25,0	0,7	6,6	3,5	64,2
12	Донская краснозёрная	159,2	31,2	46,5	1,66	35,6	2,64	23,6	1,1	5,3	3,8	66,2
13	Рисовая	144,9	36,6	43,2	1,53	35,4	2,22	21,1	1,3	5,2	4,6	67,8
14	Новая луна	155,5	28,0	36,0	1,40	38,9	2,18	23,1	0,8	4,4	3,5	68,2
15	Розовосемянная	159,3	30,7	39,4	1,49	37,9	2,38	24,4	1,7	4,9	3,2	65,8
16	Белая небуреющая	156,2	22,5	25,1	1,47	58,4	2,29	24,5	1,3	6,1	3,6	64,5
17	Орловская краснозерная	141,8	30,1	40,2	1,69	41,9	2,39	25,1	0,9	5,5	3,1	65,4
18	Чернава	135,6	33,7	47,5	1,68	35,4	2,28	25,9	1,0	4,8	3,2	65,1
19	Пикантная	146,8	35,0	58,0	1,96	33,7	2,87	25,6	0,9	5,0	4,4	64,1
20	Фламенко	133,5	38,3	52,6	1,96	37,3	2,62	25,4	1,3	5,3	4,2	63,8
21	КДЦ Редклифф	160,2	38,7	67,5	1,82	27,0	2,92	26,5	0,8	6,3	3,8	62,6
22	Чёрная жемчужина	157,4	40,1	70,1	1,74	24,8	2,74	25,6	1,0	6,0	3,9	63,5
НСР ₀₅		1,31	0,05	2,11	0,07	0,98	0,04	0,24	0,14	2,80	1,32	0,05

Показатели высоты прикрепления нижнего боба, полегания растений, массы семян с 1 растения, содержания клетчатки и золы отнесены к категории со средним варьированием ($20,0 \% > V > 10,0\%$).

Содержание протеина и БЭВ имели слабую межсортовую изменчивость признаков ($V < 10,0\%$). Средние положительные корреляционные связи установлены между высотой прикрепления нижнего боба и массой 1000 семян ($r=0,56$); количеством семян с 1 растения и содержанием протеина ($r=0,59$); массой семян с 1 растения и содержанием протеина ($r=0,61$); биологической урожайностью и содержанием протеина ($r=0,59$).

Следует отметить, что урожайность значимо коррелирует с элементами структуры урожая: количеством бобов на растении ($r=0,89$), количеством семян с 1 растения ($r=0,91$), массой семян с 1 растения ($r=0,90$), массой 1000 семян ($r=-0,83$), а также биохимическими показателями: содержанием протеина ($r=0,59$) и клетчатки ($r=-0,50$) (рис. 2).

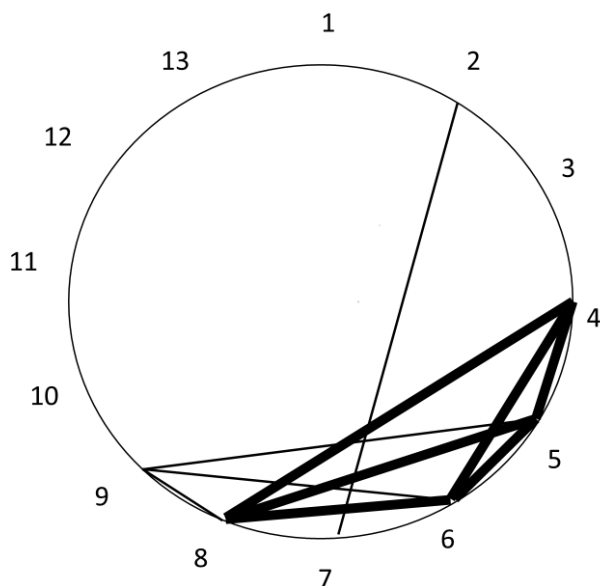


Рис. 2. Коэффициенты корреляции признаков сортов чечевицы

Примечание: *1. Высота растений, 2. Высота прикрепления нижнего боба, 3. Полегание растений, 4. Количество бобов на растении, 5. Количество семян с 1 растения, 6. Масса семян с 1 растения, 7. Масса 1000 семян, 8. Биологическая урожайность, 9. Содержание протеина, 10. Содержание жира, 11. Содержание клетчатки, 12. Содержание золы, 13. Содержание БЭВ. **Критическое значение $r_{05} = 0,423$; $r_{01} = 0,537$.

Согласно коэффициентам детерминации, определен вклад исследуемых параметров в общую продуктивность: высота растений – 3,2 %; высота прикрепления нижнего боба – 1,8 %; полегание растений – 0,1 %; количество бобов на растении – 19,6 %; количество семян с 1 растения – 20,5 %; масса семян с 1 растения – 20,1 %; масса 1000 семян – 17,1 %; содержание протеина – 8,6 %, жира – 0,2 %, клетчатки – 6,2 %, золы – 0,8 % и БЭВ – 1,8 %.

Для повышения эффективности интерпретации матрицы коэффициентов корреляции был выполнен факторный анализ с использованием метода главных компонент (табл. 3). В обсуждение включены шесть гипотетических факторов. Так как вклад последующих факторов в накапливаемые дисперсии не превышает 5 %, то их интерпретация малозначима. Факторные нагрузки по выделенным шести факторам составили: первый фактор – 43,40 %, второй – 15,66 %, третий – 12,10 %, четвертый – 9,68 %, пятый – 7,74 %, шестой – 5,26 %.

В накапливаемую дисперсию первого гипотетического фактора вошло большинство признаков, за исключением, таких как полегание растений, содержание жира, золы и БЭВ. Дисперсия второго фактора определена признаками: высота растений, полегание растений, содержанием жира и БЭВ. Признаки полегание растений, содержание клетчатки и БЭВ обуславливают третий фактор. Дисперсию четвертого фактора составили параметры высоты

Таблица 3

Факторные нагрузки

Признак	Гипотетический фактор					
	Z-1	Z-2	Z-3	Z-4	Z-5	Z-6
Высота растений, см	0,49	-0,60	0,17	0,01	0,04	-0,46
Высота прикрепления нижнего боба, см	0,45	-0,17	0,12	0,51	-0,61	-0,16
Полегание растений, балл	-0,04	-0,58	0,66	-0,25	0,13	-0,08
Количество бобов на растении, шт.	-0,94	0,23	0,09	-0,08	-0,01	-0,14
Количество семян с 1 растения, шт.	-0,96	-0,06	-0,05	-0,07	0,09	-0,16
Масса семян с 1 растения, г	-0,90	-0,12	0,21	0,11	-0,18	-0,18
Масса 1000 семян, г	0,91	-0,06	0,15	0,06	-0,26	0,09
Биологическая урожайность, т/га	-0,94	-0,01	0,06	0,10	-0,09	-0,20
Содержание протеина, %	-0,65	-0,47	-0,36	0,36	-0,14	0,22
Содержание жира, %	0,14	0,57	-0,34	-0,45	-0,45	-0,34
Содержание клетчатки, %	0,50	-0,44	-0,53	-0,35	0,21	-0,22
Содержание золы, %	-0,26	-0,23	0,35	-0,65	-0,44	0,31
Содержание БЭВ	0,34	0,66	0,60	0,16	0,22	-0,11
Дисперсия	5,64	2,04	1,57	1,26	1,01	0,68
Дисперсия, %	43,40	15,66	12,10	9,68	7,74	5,26
Накопленная дисперсия, %	43,40	59,06	71,16	80,83	88,57	93,83

Заключение

Согласно результатам анализа общей изменчивости морфологических и биохимических признаков модельной популяции чечевицы отмечены признаки с высокой степенью вариабельности ($V > 20,0\%$): высота растений, количество бобов на растении, количество семян с 1 растения, масса 1000 семян, биологическая урожайность, содержание жира.

Выявлено, что урожайность значимо коррелирует со следующими элементами структуры урожая: количеством бобов на растении ($r=0,89$), количеством семян с 1 растения ($r=0,91$), массой семян с 1 растения ($r=0,90$), массой 1000 семян ($r=-0,83$), а также биохимическими показателями: содержанием протеина ($r=0,59$) и клетчатки ($r=-0,50$).

Определено доленое участие каждого признака в общей урожайности и наибольший вклад отмечен по количеству бобов на растении – 19,6%; количеству семян с 1 растения – 20,5 %; массы семян с 1 растения – 20,1% и массы 1000 семян – 17,1%.

Наибольший процентный вклад в общую урожайность семян сортов чечевицы, согласно коэффициентам детерминации, отмечен по таким элементам структуры, как масса семян с растения (33,02%), количество бобов на растении (23,73%) и количество семян с одного растения (23,73%).

Факторный анализ позволил выделить шесть гипотетических факторов, на которые приходилось 93,83% накапливаемой дисперсии.

Среди изучаемых образцов для дальнейшей селекции необходимо использовать по признаку: **высота прикрепления нижнего боба** - Нива 95, Аида, Октава, Даная, Рауза, Екатериновская, Розовосемянная, Белая небуреющая, Орловская краснозерная; **полегание растений** - Нива 95, Надежда, Даная, Восточная, Екатериновская, Донская краснозёрная, Рисовая, Пикатная, КДЦ Редклифф; **содержание протеина** – Надежда, Октава, Екатериновская, Орловская краснозерная, Чернава, Пикантная, Фламенко, КДЦ Редклифф, Чёрная жемчужина; **содержание жира** - Веховская 1, Розовосемянная; **биологическая урожайность** - Надежда, Екатериновская, Пикатная, КДЦ Редклифф.

Литература

1. Амелин А.В., Кондыков И.В., Иконников А.В. [и др.] Генетические и физиологические аспекты селекции чечевицы. // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2013. – № 1(40). – С. 31-38. – EDN PWZNZT.
2. Маслова Г. А, Гусева С. А., Бабушкин Д. Д. Выявление сортообразцов чечевицы с низкой проницаемостью клеточных мембран для селекции на повышение засухоустойчивости. // Селекция и сорторазведение садовых культур. – 2023. – Т. 10, № 1. – С. 65-70. – EDN VNRXGL.
3. Choukri H, Hejjaoui K, El-Baouchi A, El Haddad N, Smouni A, Maalouf F, Thavarajah D and Kumar S (2020) Heat and drought stress impact on phenology, grain yield, and nutritional quality of lentil (*Lens culinaris* Medikus). *Frontiers in Nutrition* 7, 596307
4. Шихлинский Г.М., Мамедова Ш.Е. Гаджиева А. Ф., Ахмедова Г.Г. Изучение некоторых биохимических показателей генотипов чечевицы. // Успехи современной науки. – 2017. – Т. 2, № 10. – С. 181-184. – EDN ZELBNP.
5. Сорокина И. Ю., Кумачева В. Д. Изучение коллекционных образцов чечевицы для создания новых сортов в условиях Юга России. // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022. – № 1-1(115). – С. 140-143. – DOI 10.23670/IRJ.2022.115.1.028. – EDN BVDELV.
6. Тен Е. А., Ошергина И. П. Селекция чечевицы Научно производственного центра зернового хозяйства им. А.И. Бараева. // The Scientific Heritage. – 2024. – № 134(134). – С. 3-7. – DOI 10.5281/zenodo.10939532. – EDN PGGCHB.
7. Mishra GP, Dikshit HK, Kumari J, Priti, Tripathi K, Devi J, Aski M, Mehra R, Sarker A and Kumar S (2020) Identification and characterization of novel penta-podded genotypes in the cultivated lentil. *Crop Science* 60, 1974–1985.
8. Амелин А. В. Повышение активности и эффективности фотосинтеза культурных растений с помощью селекции. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. – № 2(18). – С. 89-94. – EDN WDCRSR.
9. Башинская О. С., Левкина А.Ю., Бабушкин Д.Д. Физиологические особенности адаптации чечевицы в лабораторных условиях для использования в селекции на повышение засухоустойчивости. // *Cognitio Rerum*. – 2022. – № 6. – С. 34-39. – EDN EGCYDF.
10. Маракаева Т. В. Семенная продуктивность перспективных образцов чечевицы в Омской области. // Вестник Вятского ГАТУ. – 2021. – № 4(10). – EDN FZTPHK.
11. ГОСТ 10842-89 Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен или 1000 семян. – М.: Стандартинформ. 2009. – 4 с.
12. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований. 5-е изд., перераб. и доп. М. : Альянс. 2023. 349 с.

References

1. Amelin A. V., Kondykov I. V., Ikonnikov A. V. [et al.] Geneticheskie i fiziologicheskie aspekty selektsii chechevitsy. *Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2013, no. 1(40), pp. 31-38. EDN PWZNZT.
2. Maslova G. A., Guseva S. A., Babushkin D. D. Vyyavlenie sortoobraztsov chechevitsy s nizkoi pronitsaemost'yu kletochnykh membran dlya selektsii na povyschenie zasukhoustoichivosti. *Selektsiya i sortorazvedenie sadovykh kul'tur*, 2023, Vol. 10, no. 1, pp. 65-70, EDN VNRXGL.
3. Choukri H, Hejjaoui K, El-Baouchi A, El Haddad N, Smouni A, Maalouf F, Thavarajah D and Kumar S. Heat and drought stress impact on phenology, grain yield, and nutritional quality of lentil (*Lens culinaris* Medikus). 2020, *Frontiers in Nutrition*, Vol. 7, 596307
4. Shikhliniskii G. M., Mamedova Sh. E., Gadzhieva A. F., Akhmedova G. G. Izuchenie nekotorykh biokhimicheskikh pokazatelei genotipov chechevitsy. *Uspekhi sovremennoi nauki*, 2017, Vol. 2, no. 10, pp. 181-184, EDN ZELBNP.
5. Sorokina I. Yu., Kumacheva V. D. Izuchenie kollektсионnykh obraztsov chechevitsy dlya sozdaniya novykh sortov v usloviyakh Yuga Rossii. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal*, 2022, no. 1-1(115), pp. 140-143, DOI 10.23670/IRJ.2022.115.1.028, EDN BVDELV.

6. Ten E. A., Oshergina I. P. Seleksiya chechevitsy Nauchno proizvodstvennogo tsentra zernovogo khozyaistva im. A.I. Baraeva. *The Scientific Heritage*, 2024, no. 134(134), pp. 3-7, DOI 10.5281/zenodo.10939532, EDN PGGCHB.
7. Mishra GP, Dikshit HK, Kumari J, Priti, Tripathi K, Devi J, Aski M, Mehra R, Sarker A and Kumar S. Identification and characterization of novel penta-podded genotypes in the cultivated lentil. *Crop Science*, 2020, Vol.60, pp. 1974–1985.
8. Amelin A. V. Povysheenie aktivnosti i ehffektivnosti fotosinteza kul'turnykh rastenii s pomoshch'yu seleksii. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2016, no. 2(18), pp. 89-94. – EDN WDCRSR.
9. Bashinskaya O. S., Levkina A. Yu., Babushkin D. D. Fiziologicheskie osobennosti adaptatsii chechevitsy v laboratornykh usloviyakh dlya ispol'zovaniya v seleksii na povysheenie zasukhoustoichivosti. *Cognitio Rerum*, 2022, no. 6, pp. 34-39. – EDN EGCYDF.
10. Marakaeva T. V. Semennaya produktivnost' perspektivnykh obraztsov chechevitsy v Omskoi oblasti. *Vestnik Vyatskogo GATU*, 2021, no. 4(10), EDN FZTPHK.
11. GOST 10842-89 Zerno zernovykh i bobovykh kul'tur i semena maslichnykh kul'tur. Metod opredeleniya massy 1000 zeren ili 1000 semyan. Moscow, Standartinform. 2009, 4 p.
12. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta: s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy. 5th edition, revised. Moscow, Al'jans Publ., 2023, 349 p.

ХАРАКТЕРИСТИКА МАЛОРАСПРОСТРАНЕННЫХ БОБОВЫХ КУЛЬТУР И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ВЫРАЩИВАНИЯ В ДОНЕЦКОМ КРАЕ

О.К. КУСТОВА, кандидат биологических наук, E-mail: lavanda_dbg@mail.ru
ORCID ID 0000-0003-1102-9397

В.В. КОЗУБ-ПТИЦА, кандидат биологических наук, E-mail: lavanda_dbg@mail.ru

А.З. ГЛУХОВ, доктор биологических наук, E-mail: lavanda_dbg@mail.ru

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ДОНЕЦКИЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД, РОССИЯ, ДНР, г. ДОНЕЦК

Аннотация: Исследования хозяйственно ценных растений семейства *Fabaceae* коллекции Донецкого ботанического сада проводили с целью охарактеризовать биохозяйственные признаки видов и сортов зернобобовых овощных и кормовых культур: *Cicer arietinum* L., *Glycine max* L. Merr., *Lablab purpureus* (L.) Sweet, *Lathyrus lacteus* (M. Bieb.) Wissjul., *L. sativus* L., *Lens culinaris* Medik., *Trigonella coerulea* (Desr.) Ser., *T. foenum-graecum* L., *Phaseolus vulgaris* Savi., *P. multiflorus* Wild., *Vicia faba* L., *Vigna radiata* (L.) Wilcz. на пригодность к выращиванию в степной зоне РФ. При выращивании в условиях степной зоны растения проходят полный цикл развития, завязывают полноценные семена, выдерживают кратковременные явления дефицита влаги. Период вегетации составляет от 100 до 120 дней. Биоморфологические и хозяйственные признаки культур соответствуют пределам нормы для сельскохозяйственных растений. Отмечены перспективность выращивания и особенности агротехники в открытом грунте 11 малораспространенных культур. Описаны хозяйственные признаки 2 отечественных, 5 зарубежных сортов и 4 селекционных форм, перспективных для культивирования в природно-климатических условиях края: *P. vulgaris* (Красная Шапочка, Пурпурная королева, *Borlotto di Vigevano*, *Canadian Wonder*, *Yin Yang*, селекционные формы *Gyori-D3* и *Jates-D1*) и *V. faba* (Грин Хангдалн, Дольче, селекционные формы Бельгийские белые и Итальянские зеленые). Техническая спелость составляет 55-75 дней у кустовидных, до 80 дней у полувьющихся и до 110 у вьющихся фасолей, урожайность семян – 0,14-0,23 кг/м². Техническая спелость сортового материала *V. faba* составляет 56-60 дней, урожайность семян – 0,28-0,47 кг/м². Выращивание *Lathyrus lacteus* в условиях *ex situ* – один из путей его охраны и включения в ассортимент хозяйственно-ценных растений степной зоны.

Ключевые слова: бобовые культуры, степная зона, сорт, семена, техническая зрелость, урожайность.

Для цитирования: Кустова О.К., Козуб-Птица В.В., Глухов А.З. Характеристика малораспространенных бобовых культур и перспективы их выращивания в Донецком крае. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2025; 3(55):42-51. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-3-42-51

CHARACTERISTICS OF LESS COMMON LEGUME CROPS AND THEIR CULTIVATION PROSPECTS IN THE DONETSK REGION

O.K. Kustova, V.V. Kozub-Ptitsa, A.Z. Glukhov

FEDERAL STATE BUDGETARY SCIENTIFIC INSTITUTION DONETSK BOTANICAL GARDEN

Abstract: The research of economically valuable plants of the *Fabaceae* family in the collection of the Donetsk Botanical Garden was aimed of characterizing the bioeconomic features

of species and varieties of grain legumes, vegetables and forage crops, namely *Cicer arietinum* L., *Glycine max* L. Merr., *Lablab purpureus* (L.) Sweet, *Lathyrus lacteus* (M. Bieb.) Wissjul., *L. sativus* L., *Lens culinaris* Medik., *Trigonella coerulea* (Desr.) Ser., *T. foenum-graecum* L., *Phaseolus vulgaris* Savi., *P. multiflorus* Wild., *Vicia faba* L., *Vigna radiata* (L.) Wilcz. in view of their suitability for cultivation in the steppe zone of the Russian Federation. When grown in steppe conditions, plants are characterized by full developmental cycles, full-fledged seeds and hardiness to short-term moisture deficits. The vegetation period is from 100 to 120 days. Biomorphological and economic characteristics of crops correspond to the standard for agricultural plants. The research shows good cultivation prospects and presents specific open-field agricultural technology for 11 uncommon crops. The economic characteristics of 2 domestic, 5 foreign varieties and 4 selection forms suitable for growing in the regional natural and climatic conditions, namely *P. vulgaris* ('Little Red Riding Hood', 'Purple Queen', 'Borlotto di Vigevano', 'Canadian Wonder', 'Yin Yang', selected specimens Gyori-D3 u Jates-D1) and *Vicia faba* ('Green Hangdahn', 'Dolce', selected forms Belgian White and Italian Green). Crop maturity is 55–75 days for bush beans, up to 80 days for semi-climbing beans and up to 110 days for climbing beans, seed yield is 1.7–2.30 kg/m². Technical maturity of *V. faba* varieties is 56–60 days, seed yield is 0.28–0.47 kg/m². Growing *Lathyrus lacteus* in ex situ conditions is one of the ways of its conservation and introduction into the economic plant range of the steppe zone.

Keywords: legumes, steppe zone, cultivar, seed, crop maturity, yield.

В ФГБНУ «Донецкий ботанический сад» (ДБС) с 1972 г. проводилось формирование коллекции и целенаправленное изучение малораспространенных овощных и кормовых растений мировой флоры, что послужило базой для научных исследований, отбора перспективных растений для селекционного улучшения и внедрения в аграрное производство Донецкого региона. Особое внимание уделялось представителям семейства *Fabaceae* Lindl. До настоящего времени в ДБС прошли испытание представители 57 видов из 14 родов, из которых наиболее ценными в пищевом отношении были виды и сорта из родов *Cicer* L., *Lathyrus* L., *Phaseolus* L., *Pisum* L., *Vicia* L., *Vigna* Savi. Изучали биоэкологические и хозяйственные показатели, проводили селекционное улучшение в направлении засухоустойчивости в производственных условиях края [1, 2].

Одним из основных вопросов при изучении малораспространенных культур является их происхождение, имеющее большое значение для выяснения генезиса растений и для прогнозирования успешности их выращивания в новых природно-климатических условиях.

Первичные центры происхождения исследуемых культур по П.М. Жуковскому (1971): **нут бараний и боб обыкновенный** – Средиземноморский, Среднеазиатский, Переднеазиатский; **соя культурная** – Китайско-Японский; **долихос пурпурный** – Африканский; **чина молочно-белая** – Европейско-Сибирский; **чина посевная** – Средиземноморский; **чечевица пищевая** – Переднеазиатский; **пажитник голубой** – Средиземноморский, Среднеазиатский; **пажитник фенумгрек** – Средиземноморский, Среднеазиатский, Переднеазиатский, Индостанский, Африканский; **фасоли обыкновенная и многоцветковая** – Центрально-Американский, Южно-Американский; **маш** – Индостанский, Китайско-Японский, Переднеазиатский.

Большинство видов характеризуются высоким полиморфизмом, что подтверждает теорию Н.И. Вавилова (1986) о дифференциации основного вида на различные формы во вторичных генетических центрах. Это способствовало значительному расширению культивируемого ареала и появлению разнообразия сортов. Для однолетних растений из областей субтропической зоны лимитирующим фактором является недостаток влаги, для многолетних – длинный вегетационный период и низкие температуры зимой. Большинство привлеченных культур – однолетние растения короткого дня, травянистые с прямостоячими, лиановидными или стелющимися побегами, мезофиты и мезоксерофиты. Исключением является чина молочно-белая – многолетнее травянистое растение с прямостоячими или приподнимающимися побегами. Восточноевропейско-западносибирский лесостепной вид, мезоксерофит. Включен в региональные Красные книги (Орловская, Рязанская, Тульская

области), статус – 1-я категория, находится под угрозой исчезновения [3]. На сбор его кормового и лекарственного сырья в местах естественного произрастания введены ограничения. Также, многолетним в тропической и субтропической климатической зоне является лиановидное растение, мезоксерофит долихос пурпурный, который в умеренном климате культивируют в однолетнем цикле.

По своему географическому расположению и почвенно-климатическим условиям Донецкий регион, расположенный на юге России, степная зона с засушливо-засушливыми явлениями. Период активной вегетации растений, когда среднесуточные температуры выше 10°C составляют 170-180 дней (начало третьей декады апреля – вторая декада октября). Сумма суточных положительных температур этого периода равна 3000-3200°C. Средняя продолжительность вегетационного периода 180-200 дней [4].

Уже в 90-х годах прошлого столетия в ДБС отмечали необходимость получения теоретических и практических знаний о культивировании малораспространенных бобовых растений, в связи с тем, что в Донбассе наблюдалась тенденция к возделыванию ограниченного ассортимента – около 5-6 культур (вигна, горох луцильные и сахарные сорта, соя, фасоль зернового и спаржевого типа, чечевица). В настоящее время площадь возделывания этих культур ограничена частными фермерскими и личными хозяйствами. Значительная доля продукции приходится на экспорт, что актуализирует вопрос импортозамещения, а также оптимизации технологии культивирования устойчивых сортов. Для многих бобовых культур характерно полифункциональное применение в качестве продовольственных, кормовых и технических сельскохозяйственных растений. Актуальным является изучение их хозяйственно ценных признаков, особенностей агротехники при адаптации к конкретным условиям выращивания.

Цель исследований – охарактеризовать биохозяйственные признаки 12 видов зернобобовых овощных и кормовых культур из 9 родов *Cicer* L., *Glycine* Willd., *Lablab* Adans., *Lathyrus* L., *Lens* Mill., *Trigonella* L., *Phaseolus* L., *Vicia* L., *Vigna* Savi., в том числе сортового материала *Phaseolus vulgaris* Savi. и *Vicia faba* L., на пригодность к выращиванию в степной зоне юга РФ.

Условия, материалы и методы

Полевые исследования проводили на экспериментальных участках малораспространенных овощных и кормовых культур ДБС в 2020-2024 гг. Метеорологические условия в годы исследований были различными: сезон 2020-2021 гг. – достаточно увлажненный (влажность воздуха (%)) в пределах средних многолетних значений по Донецкой области), 2022-2023 гг. – влажным (превышение значений), 2024 – засушливый. Почва – обычный чернозем на лессовидных суглинках с содержанием гумуса 3,29%, среднесуглинистый со слабыми признаками засоления [4, 5].

Первичным материалом для исследования служили 12 видов зернобобовых культур, в том числе, 11 сортов и сортотип местной любительской селекции, полученные из различных пунктов, 4 селекционные формы, отобранные в ходе селекционной работы:

– ***Cicer arietinum* L.** (нут бараний), Днепропетровский 1 (год и источник интродукции – 1983, г. Днепропетровск, Ботанический сад Днепровского государственного университета УССР);

– ***Glycine max* L. Merr.** (soя культурная) Днепропетровская (2011, г. Днепропетровск, Ботанический сад Днепровского государственного университета УССР);

– ***Lablab purpureus* (L.) Sweet** (долихос пурпурный) (2007, Ботанический сад Страсбургского университета, г. Страсбург, Франция);

– ***Lathyrus lacteus* (M. Bieb.) Wissjul** (чина молочно-белая) (1991, г. Олденбург, Ботанический сад университета, Германия);

– ***Lathyrus sativus* L.** (чина посевная) (1988, местный сортотип Mestnaja 719, пгт. Седово, Новоазовск. р-н, Украина);

– ***Lens culinaris* Medik.** (чечевица пищевая) (2001, г. Галле, Ботанический сад Университета Галле-Виттенберг, Германия);

- *Trigonella coerulea* (Desr.) Ser. (пажитник голубой) (1987, г. Екатеринбург, Ботанический сад Уральского отделения РАН, Россия);
- *Trigonella foenum-graecum* L. (пажитник фенумгрек) (1987, г. Екатеринбург, Ботанический сад Уральского отделения РАН, РФ);
- *Phaseolus vulgaris* L. (фасоль обыкновенная), сорта: Borlotto di Vigevano (2013, г. Теплисе, Ботанический сад, Чехия), Красная Шапочка, Пурпурная королева (2007, семенной материал селекционно-семеноводческих компаний РФ в свободной торговой сети (далее – ТС), Yin Yang (2014, г. Кан, Ботанический сад, Франция), Canadian Wonder (2012 г., ТС, РФ), селекционные формы: Gyogi-D3 (первичный материал получен в 1987, г. Тапиоселе, Ботанический сад, Венгрия), Jates-D1 (первичный материал получен в 1998, г. Брисбен, Ботанический сад, Австралия);
- *Phaseolus multiflorus* Wild. (фасоль многоцветковая, огненно-красная) (1998, г. Минск, Ботанический сад, республика Беларусь);
- *Vicia faba* L. (бобы обыкновенные): f. *macrocarpa* Alef. сорта: Бьянко, Русские черные (2017, ТС, РФ), селекционная форма Бельгийские белые (первичный материал получен в 1996, г. Брюссель, Ботанический сад, Бельгия); f. *viridissima* сорта: Грин Хангдалн, Дольче (2017, ТС, РФ), селекционная форма Итальянские зеленые (первичный материал получен в 1996, г. Камерино, Ботанический сад университета, Италия);
- *Vigna radiata* (L.) Wilcz. (маш, золотистая фасоль) (1985, г. Цюрих, Ботанический сад университета, Швейцария).

Посев выполняли в открытом грунте широкорядным ленточным для высокостебельных и кустовых и строчно-луночным способами для выющихся культур с последующей установкой вертикальных опор. Норма высева – 13 шт/м². Зернобобовые овощные растения содержали в состоянии регулярного полива (не чаще одного раза в 7-10 дней), кормовые – в богарных условиях.

Для изучения растений и проведения агротехнических мероприятий руководствовались «Методическими указаниями по изучению коллекции зерновых бобовых культур» (1975), общеизвестными методиками по Б.А. Доспехову (1979) и В.В. Коломейченко [6]. Сравнительная характеристика биоэкологических и сортовых признаков растений проводилась в соответствии с литературными сведениями [7-14]. Для характеристики хозяйственно ценных признаков учитывали высоту растений, количественные показатели бобов и семян, техническую спелость и урожайность. Селекционный отбор проводили методом индивидуального отбора. Полученные данные обработаны статистически и представлены в виде средних арифметических значений и их стандартных ошибок.

Результаты и обсуждение

Оценка успешности выращивания зернобобовых культур в условиях степной зоны показала, что при посеве семенами в открытый грунт они проходят полный цикл развития, завязывают полноценные семена, выдерживают режим дефицита почвенной и воздушной влаги. Для *T. coerulea* характерен самосев, что позволяет проводить подзимний посев в грунт и способствует более раннему по срокам развитию растений с накоплением большей надземной массы. С учетом угрозы поздних весенних заморозков посев бобовых культур проводили в два этапа. Во второй–третьей декаде апреля: *Lathyrus lacteus*, *L. sativus*, *Lens culinaris*, *Trigonella coerulea*, *T. foenum-graecum*, *Vicia faba*. В первой–второй декаде мая: *Cicer arietinum*, *Glycine max*, *Lablab purpureus*, *Phaseolus vulgaris*, *P. multiflorus*, *Vigna radiata*. Соответственно, всходы отмечали в начале мая при раннем высеве и со второй половины мая – при более позднем. Посев в более поздние сроки приводит к слабому развитию растений и недостаточному урожаю зеленой массы и семян, а также – к ухудшению качества семенного материала у всех культур, в связи с наступлением высоких летних температур и сокращению осадков. До наступления генеративной фазы культуры нуждаются в своевременном проведении необходимых агротехнических мероприятий, а во время бутонизации и в начале цветения – в защите от вредителей (преимущественно, черная тля в период обильных осадков), повреждений птицами и грызунами. Сбор созревших семян начинается в начале июля у раннеспелой культуры *Trigonella coerulea*. С третьей декады июля – в августе

созревают семена *Cicer arietinum*, *Lathyrus lacteus*, *L. sativus*, *Lens culinaris*, *Trigonella foenum-graecum*, *Vicia faba*, некоторых сортов *Phaseolus vulgaris*. Наиболее поздними по срокам созревания семян являются *Glycine max* и *Vigna radiata* – конец августа-сентябрь. Также, для *Phaseolus multiflorus* и *Lablab purpureus* характерно цветение и формирование бобов со второй половины июля и до наступления осенних заморозков. Следовательно, в коллекции преобладают средне и среднепоздние культуры – 69%.

Период вегетации большинства культур составляет от 100 до 120 дней. У *Lablab purpureus* и *Phaseolus multiflorus* вегетация может продолжиться до 120-130 дней. Растения *Trigonella coerulea* и скороспелые сорта фасоли вегетируют до 90-100 дней (Пурпурная королева, Jates-D1), средне- и позднеспелые – до 110 и 120 дней. Растения устойчивы к полеганию и болезням. Исключением являются отдельные сорта бобов: Белорусские, Русские Черные и Черно-фиолетовые, которые показали себя непродуктивными в условиях Донецкого региона (не формировали урожай, поражались тлей), что ранее также отмечалось в работах исследователей ДБС – Л.П. Ткачук (1993), А.З. Глухова, Д.Р. Костырко, З.С. Горлачевой (1998) и по этой причине в этой работе не приводятся.

По биоэкологическим и основным морфологическим признакам, периоду вегетации, срокам цветения и созревания семян растения видов и сортов *Cicer*, *Glycine*, *Lablab*, *Lathyrus*, *Lens*, *Trigonella*, *Phaseolus*, *Vicia*, *Vigna* в целом соответствуют показателям, приведенным в литературных источниках [7-14]. Из всего многообразия экспериментальных образцов за многолетний период, в работе приведены данные по сортовому материалу *Phaseolus vulgaris* и *Vicia faba* овощного направления, ежегодно и стабильно урожайному, устойчивому к условиям выращивания в открытом грунте степной зоны (табл. 1).

Таблица 1

Морфометрические параметры сортов *Phaseolus L.* и *Vicia faba L.*

Культура, сорт, селекционная форма*	Высота растений, см	Количество		Параметры боба, см	
		бобов на 1 растении	семян в 1 бобе	длина	ширина
<i>Phaseolus vulgaris</i> Savi.:					
Borlotto di Vigevano	52,5±0,6	17,5±0,5	7,4±0,4	14,5±0,3	1,7±0,3
Canadian Wonder	46,5±0,7	17,3±0,5	5,4±0,6	13,7±0,43	1,8±0,4
Yin Yang	40,5±0,8	13,0±0,4	5,2±0,3	8,8±0,7	1,3±0,4
Красная Шапочка	36,6±0,9	12,5±0,7	9,4±0,8	11,2±0,3	1,2±0,2
Пурпурная королева	34,5±0,7	11,2±0,5	5,4±0,6	11,3±0,5	1,1±0,3
Gyori-D3*	165,5±0,8	18,5±0,6	7,5±0,4	12,5±0,1	2,4±0,3
Jates-D1*	38,5±0,6	11,2±0,6	5,4±0,6	8,8±0,5	1,1±0,3
<i>Phaseolus multiflorus</i> Wild.	185,5±0,6	16,5±0,4	6,2±0,6	15,5±0,1	2,8±0,2
<i>Vicia faba</i> L.:					
Бьянко	50,0±0,9	8,8±0,8	4,2±0,8	10,1±0,3	2,4±0,1
Грин Хангдалн	77,6±0,5	9,4±1,1	3,5±0,5	16,6±0,4	2,4±0,1
Дольче	56,3±3,9	5,5±0,9	3,7±0,3	15,6±1,5	3,0±0,1
Русские черные	75,0±0,7	9,9±0,8	3,5±0,5	7,2±0,5	1,5±0,1
Бельгийские белые*	67,0±0,3	9,3±0,8	4,5±0,5	16,6±0,4	2,4±0,1
Итальянские зеленые*	69,0±1,4	4,3±0,5	4,1±0,5	15,2±0,2	2,5±0,1

Параметры семян сортов *P. vulgaris* разного типа применения сильно варьируют. Кустовые фасоли спаржевого типа имеют наименьший вес семян (Пурпурная королева, Jates-D1). Вьющиеся и полувьющиеся сорта Borlotto di Vigevano, Canadian Wonder, Yin Yang, Красная Шапочка формируют сравнительно большие по размерам семена (табл. 2). В зависимости от размеров семян, среднесемянными являются сорта зернового типа Borlotto di Vigevano, Красная Шапочка и Yin Yang (масса 1000 семян 304-338 г при норме – 200-400 г) и мелкосемянными спаржевого типа – Canadian Wonder, Пурпурная королева, Gyori-D3, Jates-D1 (масса 1000 семян 169–200 г при норме – менее 200 г).

Характеристика семенного материала бобовых культур

Культура, сорт, селекционная форма *	Масса 1000 шт. семян, г		Количество семян в 100 г., шт.	
	M±m	min-max	M±m	min-max
<i>Cicer arietinum</i> L. Днепропетровский 1	282,0±0,1	277-286	357,0±0,4	350-361
<i>Glycine max</i> L. Merr. Днепропетровская	43,7±0,1	43-44	2140,7±3,7	2083-2174
<i>Lablab purpureus</i> (L.) Sweet	274,0±0,4	260-280	371,7±6,1	360-385
<i>Lathyrus lacteus</i> (M. Bieb.) Wissjul.	192,2±0,2	180-220	355,6±0,5	351-359
<i>Lathyrus sativus</i> L.	234,3±0,4	220-250	433,7±0,8	429-437
<i>Lens culinaris</i> Medik.	53,3±0,1	52-55	1876,3±14,3	1818-1923
<i>Trigonella coerulea</i> (Desr.) Ser.	4,6±0,4	3-6	17548,3±186,6	16948-18077
<i>Trigonella foenum-graecum</i> L.	14,9±0,3	14-15	3917,0±5,3	3306-4576
<i>Vigna radiata</i> (L.) Wilcz.	43,1±0,1	43-44	2320,2±2,9	2327-2335
<i>Phaseolus multiflorus</i> Wild.	681,3±3,3	664-701	128,0±4,1	125-131
<i>Phaseolus vulgaris</i> Savi.:				
Borlotto di Vigevano	337,7±1,2	301-402	292,5±0,7	247-332
Canadian Wonder	198,5±0,2	196-201	504,7±0,3	498-508
Yin Yang	331,1±0,1	291-390	300,0±2,0	256-343
Красная Шапочка	303,5±0,5	235-365	302,5±1,2	279-330
Пурпурная королева	169,0±0,6	168-172	590,7±0,4	588-598
Gyori-D3*	199,7±0,2	194-206	501,4±0,4	486-516
Jates-D1*	177,0±0,4	173-182	564,9±1,3	558-579
<i>Vicia faba</i> L.:				
Бьянко	820,0±0,8	805-838	113,3±2,0	111-117
Грин Хангдалн	1140,3±0,4	1121-1162	86,0±0,4	85-87
Дольче	940,7±0,8	920-978	105,0±0,8	103-107
Русские черные	520,0±0,8	500-543	191,0±1,6	185-196
Бельгийские белые*	1090,0±1,6	1073-1124	91,3±1,6	89-93
Итальянские зеленые*	930,3±0,4	920-938	107,0±0,8	106-108

Для раннеспелых сортов кустовидной фасоли спаржевого типа Пурпурная королева и Jates-D1 техническая зрелость составляет 65-75 и до 80 дней, соответственно (табл. 3). При условии хорошего содержания и регулярного орошения, характерен растянутый срок завязывания бобов и созревания семян, вплоть до конца августа. Другие сорта кустовой и полуплетистых фасолей зернового типа – Красная Шапочка, Canadian Wonder, Borlotto di Vigevano, Yin Yang, среднего и позднего сроков созревания – август – начало сентября. Сорт выщущейся фасоли спаржевого типа Gyori-D3 формирует урожайную продукцию и зрелые семена с конца июля и на протяжении 2-3-х недель. Бобы этого сорта без пергаментного слоя, плоские. В стадии технической спелости – зеленовато-желтые с зернами синего цвета. При полном вызревании – желтые с редкими коричневыми черточками и темно-синими зернами. В условиях обильного орошения данный сорт способен давать урожай вплоть до начала осени. Выщущаяся фасоль универсального типа *Phaseolus multiflorus* является средне- и среднепоздней по срокам созревания семян.

Техническая спелость составляет 55-75 дней у кустовидных, до 80 дней у полувьющихся и до 110 у выщущихся фасолей при норме – 65-85 дней. Урожайность семян составила в пределах 0,14-0,23 кг/м² при норме в благоприятных условиях возделывания 1,4-2,5 ц/га [8].

Показатели урожайности бобовых культур (2020-2024 гг.)

Культура, сорт, селекционная форма*	Техническая зрелость, дней	Урожайность, кг/м ²
<i>Cicer arietinum</i> L. Днепропетровский 1	65-70	0,17
<i>Glycine max</i> L. Merr. Днепропетровская	117-120	0,20
<i>Lablab purpureus</i> (L.) Sweet	120-130	0,50
<i>Lathyrus lacteus</i> (M. Bieb.) Wissjul.	65-75	0,13
<i>Lathyrus sativus</i> L.	60-65	0,15
<i>Lens culinaris</i> Medik.	65-70	0,15
<i>Trigonella coerulea</i> (Desr.) Ser.	60-65	0,15
<i>Trigonella foenum-graecum</i> L.	65-70	0,17
<i>Vigna radiata</i> (L.) Wilcz.	115-120	0,12
<i>Phaseolus multiflorus</i> Wild.	80-110	0,29
<i>Phaseolus vulgaris</i> Savi.:		
Borlotto di Vigevano	70-80	0,23
Canadian Wonder	78-80	0,21
Yin Yang	78-80	0,16
Красная Шапочка	55-65	0,19
Пурпурная королева	65-75	0,13
Gyori-D3*	88-110	0,16
Jates-D1*	78-80	0,14
<i>Vicia faba</i> L.:		
Бьянко	56	0,37
Грин Хангдалн	60	0,43
Дольче	60	0,46
Русские черные	58	0,28
Бельгийские белые*	56	0,47
Итальянские зеленые*	56	0,46

Оценка бобов показала, что сорта Русские Черные и Грин Хангдалн по сравнению с другими, отличались наибольшей развитостью вегетативной части растений (см. табл. 1). Сорта Бьянко и Дольче уступали по высоте. Селекционные формы Бельгийские белые и Итальянские зеленые по своим параметрам занимали промежуточное положение. По количеству сформированных бобов наибольшие показатели были у растений сортов Русские черные, Грин Хангдалн, селекционной формы Бельгийские белые. По параметрам бобов преобладание отмечали у растений селекционных форм Бельгийские белые и Итальянские зеленые, сортов Дольче и Грин Хангдалн. Количество семян в бобах у разных сортов колеблется в пределах 3,5-4,5. В зависимости от размеров семян сорта Бьянко, Грин Хангдалн, Дольче и селекционные формы Бельгийские белые и Итальянские зеленые крупносемянные (масса 1000 семян 800-1300 г) и среднесемянный сорт Русские черные (масса 1000 семян 500-700 г). Лучшие показатели отмечены у сорта Бьянко, селекционных форм Бельгийские белые и Итальянские зеленые. Общая характеристика семенного материала выявила более высокие показатели у селекционной формы Бельгийские белые, сортов Дольче и Грин Хангдалн. Наименьшие показатели по массе семян отмечены у сорта Русские черные (см. табл. 2). Техническая спелость составляет 56-60 дней при норме – 55-60 дней. Урожайность составила в пределах 0,28-0,47 кг/м² при норме в благоприятных условиях 0,36-0,5 кг/м² [9] (см. табл. 3). Полученные данные позволяют предполагать, что растения длительной репродукции в ДБС указанных сортотипов могут служить контролем для оценки хозяйственных признаков новых в коллекции сортов бобов.

При культивировании в условиях ДБС растения *Lathyrus lacteus* по габитусу превышают параметры растений в природе и достигают 61,4±1,7 см высоты, развивают от 5

до 12 боковых побегов. Лист состоит из 2-4 пар линейно-ланцетных пластинок длиной $6,2 \pm 0,2$ см и шириной $0,5 \pm 0,1$ см. В кистевидных соцветиях развиваются до 5-9 цветков. Бобы длиной $4,1 \pm 0,1$ см и шириной $1,7 \pm 0,1$ см содержат от 2 до 5 семян. Семена созревают от начала вегетации растений до 70-75 дней.

Оценка хозяйственно ценного значения бобовых культур коллекции ДБС с позиции их полифункционального применения показала следующее распределение по 7 группам:

1. **Зернобобовые овощные:** *Cicer arietinum*, *Glycine max*, *Lablab purpureus*, *Lens culinaris*, *Phaseolus vulgaris*, *P. multiflorus*, *Vicia faba*, *Vigna radiata*;

2. **Кормовые:** *Glycine max*, *Lablab purpureus*, *Lathyrus lacteus*, *L. sativus*, *Lens culinaris*, *Phaseolus vulgaris*, *P. multiflorus*, *Trigonella foenum-graecum*, *Vicia faba*, *Vigna radiata*;

3. **Сидеральные:** *Lablab purpureus*, *Lathyrus lacteus*, *L. sativus*, *Lens culinaris*, *Phaseolus vulgaris*, *P. multiflorus*, *Vicia faba*, *Vigna radiata*;

4. **Пряно-вкусовые:** *Trigonella coerulea*, *T. foenum-graecum*;

5. **Лекарственные:** *Lablab purpureus*, *Lathyrus lacteus*, *Trigonella coerulea*, *T. foenum-graecum*, *Vigna radiata*;

6. **Декоративные:** *Lablab purpureus*, *Phaseolus multiflorus*;

7. **Медоносные:** *Lathyrus lacteus*, *Trigonella coerulea*, *Vicia faba*.

На коллекционно-экспозиционном участке лаборатории культурных растений ДБС они входят в состав тематических экспозиций малораспространенных овощных растений.

Заключение

Характеристика биоэкологических особенностей 12 видов из родов *Cicer* L., *Glycine* Willd., *Lablab* Adans., *Lathyrus* L., *Lens* Mill., *Trigonella* L., *Phaseolus* L., *Vicia* L., *Vigna* Savi показала, что в коллекции бобовых культур ДБС преобладают однолетние мезофитные и мезоксерофитные культуры Средиземноморского, Средне- и Переднеазиатского центров происхождения культурных растений. Растения проходят полный цикл развития, завязывают полноценные семена, выдерживают кратковременные явления дефицита влаги, что подтверждает успешность их выращивания в условиях степной зоны. По своим биоморфологическим и хозяйственным признакам растения соответствуют пределам нормы для сельскохозяйственных культур. Отмечены перспективность выращивания и особенности агротехники в открытом грунте 11 малораспространенных культур: *Cicer arietinum*, *Glycine max*, *Lablab purpureus*, *Lathyrus lacteus*, *L. sativus*, *Lens culinaris*, *Trigonella coerulea*, *T. foenum-graecum*, *Phaseolus multiflorus*, *Vicia faba*, *Vigna radiata*. Описаны хозяйственные признаки 4 отечественных и 3 зарубежных сортов, и 4 селекционных форм *Phaseolus vulgaris* и *Vicia faba*, перспективных для культивирования в природно-климатических условиях края. Выращивание *Lathyrus lacteus* в условиях *ex situ* – один из путей его охраны и включения в ассортимент хозяйственно ценных растений степной зоны. Распределение коллекционных объектов по группам с позиции полифункционального применения составило: зернобобовых овощных – 8, кормовых – 10, сидеральных – 8, пряно-вкусовых – 2, лекарственных – 5, декоративных – 2 и медоносных – 2 видов.

Работа выполнена в рамках Государственного задания ФГБНУ ДБС по теме № 123101300192-1.

Литература

1. Кустова О.К., Козуб-Птица В.В., Глухов А.З. Интродукция и селекция хозяйственно ценных растений семейства *Fabaceae* в Донецком ботаническом саду: ретроспективный анализ и современное состояние. // Промышленная ботаника. – 2023. – Вып. 23. – № 4. – С. 29-39. DOI: 10.5281/zenodo.10566215
2. Козуб-Птица В.В. Анализ семейства *Fabaceae* Lindl. Коллекции кормовых растений Донецкого ботанического сада. // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2019. – № 3-4. – С. 12-18.
3. Чина молочно-белая – Красная книга Тульской области. [Электронный ресурс]. URL: <http://redbooktula.ru/krasnaya-kniga/sosudistye-rasteniya/china-molochno-belaya-ili-vengerskaya> (дата обращения 06.06.2025).

4. Кустова О.К., Глухов А.З. Погодные флуктуации в Донбассе в аспекте интродукции и культивирования хозяйственно ценных растений. // Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы. Материалы международной научно-практической конференции (г. Воронеж, 3-5 октября 2019 г.). Воронеж. – 2019. – Том 1. – С. 211-215.
5. Сыщиков Д.В., Кустова О.К., Агурова И.В., Козуб-Птица В.В., Джулай В.И. Эдафическая характеристика участков лаборатории интродукции культурных растений Донецкого ботанического сада. // Промышленная ботаника. Сборник научных трудов. Донецк: ГУ «ДБС». – 2020. – Вып. 20. – № 4. – С. 44-52.
6. Коломейченко В.В. Растениеводство. – М.: Агробизнесцентр, – 2007. – 600 с.
7. Afonin A.N., Grin S.L., Dzyubenko N.I., Frolov A.N. Agroekologicheskij atlas Rossii i sopredel'nyh stran: ekonomicheski znachimye rasteniya, ih vrediteli, bolezni i sornye rasteniya [Elektronnyj resurs]. URL: <https://agroatlas.ru> (дата обращения 25.04.2025).
8. AgroAtlas – Основные сельскохозяйственные культуры – *Phaseolus vulgaris* L. – Фасоль обыкновенная. [Электронный ресурс]. URL: https://agroatlas.ru/ru/content/cultural/Phaseolus_vulgaris_K/index.html (дата обращения 12.04.2025).
9. AgroAtlas – Основные сельскохозяйственные культуры – *Vicia faba* L. – Бобы кормовые, конские бобы. [Электронный ресурс]. URL: https://agroatlas.ru/ru/content/cultural/Vicia_faba_K/ (дата обращения 12.05.2025).
10. Фасоль Инь-Ян: описание сорта, характеристики, агротехника посадки и ухода, отзывы [Электронный ресурс]. URL: <https://stroy-podskazka.ru/fasol/sorta/in-yan> (дата обращения 11.05.2025).
11. Фасоль Красная Шапочка: описание сорта, методика его выращивания и отзывы опытных огородников (agronom.expert) [Электронный ресурс]. URL: <https://agronom.expert/posadka/ogorod/bobovye/fasol/preimushchestva-sorta-krasnaya-shapochka.html> (дата обращения 11.05.2025).
12. Фасоль Canadian Wonder (sortseeds.ru) [Электронный ресурс]. URL: <https://sortseeds.ru/catalog/itemcanadian-wonder> (дата обращения 10.04.2025).
13. Фасоль Пурпурная королева: описание сорта, характеристики, агротехника посадки и ухода, отзывы (stroy-podskazka.ru) [Электронный ресурс]. URL: <https://stroy-podskazka.ru/fasol/sorta/purpurnaya-koroleva> (дата обращения 11.05.2025).
14. Фасоль Борлотто ди Вигевано [Электронный ресурс]. URL: <https://seemnemaailm.com/ru/dwarf-bean-borlotto-di-vigevano.html> (дата обращения 13.05.2025).

References

1. Kustova O.K., Kozub-Ptitsa V.V., Glukhov A.Z. Introduction and selection of economically valuable plants of the Fabaceae family in the Donetsk Botanical Garden: retrospective analysis and current state. *Promyshlennaya botanika*, 2023, V. 23, no. 4. pp. 29-39. DOI: 10.5281/zenodo.10566215 (in Russian).
2. Kozub-Ptitsa V.V. Analysis of the collection of *Fabaceae* Lindl. family from the fodder plants collection in the Donetsk Botanical Gardens. *Problems of ecology and nature protection of technogenic region*. 2019. no. 3-4. pp. 12-18.
3. Pea vine *Lathyrus lacteus* – The Red Book of Tula region [Elektronnyj resurs]. URL: <http://redbooktula.ru/krasnaya-kniga/sosudistye-rasteniya/china-molochno-belaya-ili-vengerskaya> (date of request 06.06.2025). (in Russian).
4. Kustova O.K., Glukhov A.Z. Weather fluctuations in Donbass in the aspect of introduction and cultivation of economically valuable plants. Global climate change: regional effects, models, forecasts. Proceedings of the International scientific and practical conference (Voronezh, October 3–5, 2019). Voronezh, 2019, V. 1, pp. 211-215.
5. Syshchikov D.V., Kustova O.K., Agurova I.V., Kozub-Ptitsa V.V., Dzhulai V.I. Edaphic characteristic of plots of the laboratory for introduction of cultivated plants of the Donetsk botanical garden. *Promyshlennaya botanika*, 2020, Vol. 20, no 4. pp. 44-52. (In Russian).
6. Kolomejchenko V.V. Crop research. Moscow: Agrobiznestsentr Publ., 2007. 600 p. (in Russian).

7. Afonin A.N.; Grin S.L.; Dzyubenko N.I.; Frolov A.N. (red.) Agroecological atlas of Russia and adjacent countries: economically valuable plant, their pests, diseases and weeds [DVD-version] [Elektronnyj resurs]. URL: <https://agroatlas.ru> (assessed 25.04.2025). (in Russian).
8. AgroAtlas – Main agricultural crops – *Phaseolus vulgaris* L. – Ground bean. [Elektronnyj resurs]. URL: https://agroatlas.ru/ru/content/cultural/Phaseolus_vulgaris_K/index.html (assessed 12.08.2024). (in Russian).
9. AgroAtlas – Main agricultural crops – *Vicia faba* L. – Broad beans, horse beans. [Elektronnyj resurs]. URL: https://agroatlas.ru/ru/content/cultural/Vicia_faba_K/ (assessed 12.08.2024). (in Russian).
10. Beans Yin Yang: description of the variety, characteristics, agricultural technology of planting and care, reviews [Elektronnyj resurs]. URL: <https://stroy-podskazka.ru/fasol/sorta/in-yan> (date of request 11.05.2025). (in Russian).
11. Beans Little Red Riding Hood: description of the variety, characteristics, agricultural technology of planting and care, reviews (agronom.expert) [Elektronnyj resurs]. URL: <https://agronom.expert/posadka/ogorod/bobovye/fasol/preimushchestva-sorta-krasnaya-shapochka.html> (date of request 11.05.2025). (in Russian).
12. Beans Canadian Wonder (sortseeds.ru) [Elektronnyj resurs]. URL: <https://sortseeds.ru/catalog/itemcanadian-wonder> (date of request 10.04.2025). (in Russian).
13. Beans Purple Queen: description of the variety, characteristics, agricultural technology of planting and care, reviews [Elektronnyj resurs]. URL: <https://stroy-podskazka.ru/fasol/sorta/purpurnaya-koroleva> (date of request 11.05.2025). (in Russian).
14. Beans Borlotto di Vigevano [Elektronnyj resurs]. URL: <https://seemnemaailm.com/ru/dwarf-bean-borlotto-di-vigevano.html> (date of request 13.05.2025). (in Russian).

ВЛИЯНИЕ РАЗНЫХ НОРМ ВЫСЕВА СЕМЯН И ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ГРЕЧИХИ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА

М.И. НИКИФОРОВ, кандидат сельскохозяйственных наук
ORCID ID: 0000-0001-6598-132X, E-mail: mikhail.nikiforov.60@mail.ru

В.М. НИКИФОРОВ, кандидат сельскохозяйственных наук,
ORCID ID: 0000-0003-2719-6501, E-mail: vovan240783@yandex.ru

ФГБОУ ВО БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Аннотация. В условиях полевого опыта 2021-2024 гг. на серых лесных почвах Брянской области изучено влияние трёх норм высева семян и четырёх доз минеральных удобрений на продуктивность и качество зерна гречихи. Цель исследований – выявить оптимальную норму высева семян и дозу минерального удобрения, обеспечивающих повышение и стабилизацию урожайности и качества зерна гречихи в почвенно-климатических условиях Брянской области. Объект исследований – среднеспелый сорт гречихи Даша. Предшественник – озимые зерновые. Размещение делянок в опыте – систематическое, повторность – трёхкратная, общая площадь делянки – 250 м², учётной – 50 м². Схема опыта включала 12 вариантов: 4 варианта применения минерального удобрения (N₁₅P₁₅K₁₅ (контроль); N₃₀P₃₀K₃₀; N₄₅P₄₅K₄₅; N₆₀P₆₀K₆₀) и 3 нормы высева семян (3,0 млн.; 3,5 млн. и 4,0 млн.). Установлено, что наиболее оптимальным является норма высева семян 3,5 млн. и доза основного удобрения N₄₅P₄₅K₄₅. При использовании такого сочетания нормы высева и дозы удобрения, среднее количество растений на момент уборки составило 207 шт/м² (с их сохранностью на уровне 59,0%), озёрнённость растения – 30 шт, масса 1000 зёрен – 30,4 г, масса зерна с 1 растения – 0,93 г. Такие показатели структуры урожая обеспечили получение самой высокой урожайности зерна на уровне 19,1 ц/га, что на 3,8-8,9 ц/га выше, чем на остальных вариантах опыта. Полученное на этом варианте опыта зерно по качественным показателям: содержанию ядра (76,8%) и крупности (83,2%) соответствует I классу.

Ключевые слова: гречиха, норма высева, доза удобрения, урожайность, качество.

Для цитирования: Никифоров М.И., Никифоров В.М. Влияние разных норм высева семян и доз минеральных удобрений на продуктивность гречихи и качество зерна. Зернобобовые и крупяные культуры. 2025; 3(55):52-60. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-3-52-60

INFLUENCE OF DIFFERENT SEEDING RATES AND DOSES OF MINERAL FERTILIZERS ON BUCKWHEAT PRODUCTIVITY AND GRAIN QUALITY

M.I. Nikiforov, V.M. Nikiforov

FSBEI HE BRYANSK STATE AGRARIAN UNIVERSITY

Abstract: In the conditions of field experience 2021-2024. on gray forest soils of the Bryansk region, the effect of three seeding rates and four doses of mineral fertilizers on the productivity and quality of buckwheat grain was studied. The purpose of the research is to identify the optimal seeding rate and the dose of mineral fertilizer, which ensure an increase and stabilization of the yield and quality of buckwheat grain in the soil and climatic conditions of the Bryansk region. The object of research is a mid-season variety of buckwheat Dasha. The predecessor is winter cereals. The placement of plots in the experiment is systematic, the repetition is three times, the total plot area is 250 m², the accounting area is 50 m². The test scheme included 12 options: 4 options for the

use of mineral fertilizer ($N_{15}P_{15}K_{15}$ (control); $N_{30}P_{30}K_{30}$; $N_{45}P_{45}K_{45}$; $N_{60}P_{60}K_{60}$) and 3 seeding rates (3.0 million; 3.5 million and 4.0 million). It was found that the most optimal is the seeding rate of 3.5 million and the dose of the main fertilizer $N_{45}P_{45}K_{45}$. Using this combination of seeding rate and fertilizer dose, the average number of plants at the time of harvesting was 207 pcs/m² (with their preservation at the level of 59.0%), the number of grains from 1 plant is 30 pieces, the weight of 1000 grains is 30.4 g, the weight of grain from 1 plant is 0.93 g. Such indicators of the crop structure ensured the highest grain yield at the level of 19.1 c/ha, which is 3.8-8.9 c/ha higher than in other versions of the experiment. The grain obtained in this version of the experiment in terms of quality indicators: core content (76.8%) and size (83.2%) corresponds to class 1.

Keywords: buckwheat, seeding rate, fertilizer dose, yield, quality.

Введение

Одной из проблем продовольственной безопасности России является увеличение производства экологически безопасных продуктов питания для населения. В решении этой проблемы особое значение придается гречихе (*Fagopyrum esculéntum* Moench), как важнейшей и одной из самых ценных продовольственных культур, которая выделяется среди других зерновых хлебов тем, что она содержит витамин Р (рутин) [1]. Содержание белка в крупе гречихи варьирует от 11 до 19%, а в оболочке плодов составляет 4%. Крупа гречихи содержит 65-68% углеводов (в том числе 2% растворимых сахаров), 4% жиров и 7% клетчатки. Аминокислотный состав белка и минеральные элементы обуславливают диетическое значение гречишных блюд для людей любого возраста [2].

Как прекрасный медонос гречиха способна обеспечивать сбор меда до 120 кг/га, обладающего уникальными целебными свойствами. Среди тёмных сортов мёда гречишный считается особенно ценным. Он содержит 36,75% глюкозы и 40,29% левулезы, а также значительно больше белков и железа, чем светлые сорта мёда. В связи с этим гречишный мёд рекомендуется принимать при лечении малокровия [3]. Кроме того, благодаря короткому периоду вегетации и возможности посева гречихи в поздние сроки, позволяют использовать её в качестве страховой культуры [4].

Россия является одним из крупнейших мировых производителей и экспортёров гречихи. Основные площади в Российской Федерации под культурой сосредоточены в Сибирском, Приволжском и Центральном федеральных округах. Российская гречиха пользуется широким спросом в различных государствах: Китай, Япония, Монголия, Армения, Сербия, Казахстан, Беларусь, Киргизия [5].

В период с 2019 по 2024 гг. в России наблюдается рост валового сбора зерна гречихи с 786 (2019 г.) до 1485 тыс. тонн (2023 г.). Однако этот рост обусловлен неповышением урожайности культуры, а ростом посевных площадей с 0,811 до 1,293 тыс. га. Средняя урожайность культуры при этом не превышала 1,2 т/га и изменялась в пределах от 0,94 до 1,15 т/га [6, 7].

Для гречихи характерна высокая вариабельность валового сбора зерна и практически отсутствует динамика роста урожайности. Она колеблется по годам в интервале от 10 до 12 ц/га. Аналогичная ситуация наблюдается в Китае, в странах Евросоюза. Основными причинами низкой продуктивности культуры являются не соблюдение технологий возделывания, особенно сроков уборки, что сопровождается большими потерями, использование интенсивных сортов с длительным и неодновременным созреванием, большой долей семян массовых репродукций в сортовых посевах [8].

По состоянию на 31 мая 2024 года в Государственный реестр селекционных достижений включено 59 сортов гречихи (из них 7 за последние 5 лет). Однако в производстве в структуре посевных площадей используются до 50% сортов, допущенных к использованию 20-30 лет назад. Экономия средств на сортосмене приводит к негативным последствиям по продуктивности культуры и снижению качества зерна [9].

Ещё одна причина невысокого уровня урожайности гречихи обусловлена её биологическими особенностями. Они определяют её повышенную требовательность, как к погодным условиям, так и к обеспеченности достаточным количеством питательных веществ. Известно, что величина формирующегося урожая гречихи примерно от 40 до 70%

зависит от климатических условий и до 60% от технологии возделывания [10]. Поэтому, для получения высокой урожайности зерна необходимо изучение различных технологических приёмов её возделывания в каждой конкретной географической зоне и их совершенствование, которые обеспечат существенный рост продуктивности растений [11].

Одними из ключевых элементов технологии возделывания гречихи являются норма высева, от которой зависит равномерность размещения растений, их площадь питания, освещённость, засорённость [11] и доза удобрения, обусловленная потребностью растений в питательных элементах на протяжении всего периода вегетации [12].

Увеличение нормы высева может привести к снижению числа плодonoсящих соцветий и выполненных семян, массы семян с одного растения. Опыты, проведённые на обыкновенных чернозёмах Саратовской области показали, что увеличение нормы высева семян с 2 до 4 млн. шт./га ведет к снижению числа озернённых соцветий и зёрен в них. При рядовом посеве гречихи число плодов уменьшилось с 50,2 до 38,4, широкоярдном – с 59,9 до 35,3 шт. Средняя озернённость 1 растения при урожайности 1,6 т/га составила 30-40, при этом только около 10% цветков развились в плоды, остальные не завязались [13].

Вместе с тем, использование минимальных норм высева может привести к зарастанию посевов сорняками и по мере увеличения плотности произрастания сорнополевого компонента на единице площади, потери урожая могут достигать 46% и более [14].

Учёные отмечают, что по мере передвижения культуры из зоны достаточного увлажнения в более засушливые, нормы высева гречихи обычно уменьшают [11].

Поскольку гречиха весьма требовательна к условиям минерального питания, она хорошо отзывается на применение минеральных удобрений, на долю которых приходится 20-30% урожая. Наибольшая их эффективность отмечается при использовании рациональных способов внесения и оптимальных доз с учётом потребности растений в элементах питания [12].

Поскольку, на формирование 2 т зерна и 6 т соломы гречиха выносит из почвы в среднем 90 кг/га азота, 60 кг/га фосфора и 150 кг/га калия [15], значение минеральных удобрений в формировании урожая возрастает при возделывании её на почвах с низким и средним содержанием питательных элементов. Так, внесение основного минерального удобрения в дозе $N_{60}P_{60}K_{120}$ на дерново-подзолистых почвах Брянской области не только существенно увеличивало урожайность культуры, но и усиливало её стабильность и стрессоустойчивость к изменяющимся условиям среды. Однако применение доз свыше $N_{60}P_{60}K_{60}$ может привести к сильному полеганию посевов, что в свою очередь привести к потере урожайности и качество зерна (Г.П. Малявко, Е.В. Смольский, В.Ф. Шаповалов, 2023).

При внесении подкормки в фазу бутонизации по 20 кг азота, фосфора и калия на 1 га повышается эффективность цветения гречихи и средняя озернённость одного растения [13].

Ещё одной глобальной проблемой, обуславливающей необходимость повышения урожайности сельскохозяйственных культур, в том числе и гречихи, является обеспечение продуктами питания населения Земли на фоне роста его численности и ограниченности земельных ресурсов. По прогнозам ООН, к 2050 году мировому сообществу для поддержания продовольственной безопасности необходимо будет увеличить урожайность основных культур на 70%, так как дальнейшее расширение посевных площадей станет невозможным.

В ФНЦ ЗБК выведены новые высокоурожайные сорта гречихи, адаптированные к широкому диапазону почвенно-климатических условий, способные давать высокие урожаи зерна в производственных условиях на уровне 2,5-3,0 т/га. Они отличаются детерминантным типом роста, дружно созревающие, с увеличенной (32-34 г) массой 1000 зерен, высоким выходом крупы (70-74%) и содержанием белка от 13 до 16% [2]. Однако на данный период имеется недостаточно сведений по отношению гречихи к условиям минерального питания и об оптимальных нормах высева семян в условиях серых лесных почв Центрального региона России.

Цель работы – выявить оптимальную норму высева семян и дозу минерального удобрения, обеспечивающих повышение и стабилизацию урожайности и качества зерна гречихи в условиях серых лесных почв Брянской области.

Материалы и методы исследований

Исследования выполнены в 2021-2024 гг. на опытном поле Брянского ГАУ. Почва – серая лесная среднесуглинистая, сильнопылеватая, образованная на лессовидных карбонатных суглинках. Содержание органического вещества в пахотном горизонте (25 см) составляет 2,69-2,93% (слабогумусированные почвы), реакция почвенного раствора pH_{KCl} 4,74-5,31 (средне- и слабокислые почвы), содержание подвижных форм фосфора очень повышенное (332-463 мг-экв/100 г почвы), содержание подвижного калия от повышенного (186 мг-экв/100 г почвы) до очень повышенного (407 мг-экв/100 г почвы).

Объект исследования – среднеспелый сорт гречихи Даша (оригинаторы: ФГБНУ Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур / ФГБОУ ВО Орловский ГАУ), включён в Госреестр по Центральному (3), Западно-Сибирскому (10) и Восточно-Сибирскому (11) регионам в 2018 году. Предшественник – озимые зерновые (озимая рожь). Система обработки почвы проводилась согласно региональным рекомендациям по возделыванию яровых зерновых культур.

Схема опыта включала 12 вариантов (табл. 1): 4 варианта применения минерального удобрения ($N_{15}P_{15}K_{15}$ (контроль); $N_{30}P_{30}K_{30}$; $N_{45}P_{45}K_{45}$; $N_{60}P_{60}K_{60}$) и 3 нормы высева семян (3,0 млн.; 3,5 млн. и 4,0 млн. всхожих семян/га).

Таблица 1

Схема полевого опыта

Доза удобрения Норма высева	$N_{15}P_{15}K_{15}$ (контроль)	$N_{30}P_{30}K_{30}$	$N_{45}P_{45}K_{45}$	$N_{60}P_{60}K_{60}$
3,0 млн.	1	2	3	4
3,5 млн.	5	6	7	8
4,0 млн.	9	10	11	12

Основное удобрение вносили зернотуковой сеялкой СЗП-3,6 под предпосевную культивацию полной дозой. В качестве удобрения использовали азофоску 16-16-16.

Посев проводился рядовым способом с междурядьями 15 см сеялкой СПУ-3 в качественно подготовленную почву в 3 декаде мая – 1 декаде июня.

Размещение делянок в опыте – систематическое, повторность – трёхкратная, общая площадь делянки – 250 м², учетной – 50 м².

Полевые исследования и статистическую обработку результатов вели по Методике Б.А. Доспехова (2014) и Методике государственного сортоиспытания (2019). Учёт урожая проводили поделочно методом прямого комбайнирования с помощью селекционного комбайна Terrion SR2010. Качество зерна определяли по Методике государственного сортоиспытания (1989).

Результаты и их обсуждение

Проведённые исследования показали, что в 2021-2024 гг. гидротермический коэффициент увлажнения Селянинова (ГТК) в период вегетации растений гречихи составил от 0,82 до 1,26. По годам распределялся следующим образом: в 2021 и 2024 гг. ГТК соответствовал 0,82 и 0,94 единиц (засушливые условия); в 2022 и 2023 гг. – 1,13 и 1,26 единиц (слабо засушливые условия). В критический период роста и развития растений гречихи (фаза цветения) в 2022 и 2023 годах ГТК составил 1,36 и 1,47, что соответствует оптимальным условиям увлажнения. В 2021 и 2024 годах в фазу цветения ГТК соответствовал засушливым условиям (0,79 и 0,93), однако май в эти годы характеризовался избыточными условиями увлажнения.

Оценка устойчивости гречихи к полеганию показала, что на контрольных вариантах растения были более устойчивы к полеганию, чем на вариантах с более высокими дозами

удобрений. Так, на вариантах с внесением удобрений в дозе N₁₅P₁₅K₁₅ балл полегания на момент уборки составил 3,5-4,0 (от слабой до средней степени). На вариантах с дозами N₃₀P₃₀K₃₀ и N₄₅P₄₅K₄₅ – 3,0-3,5 балла (средняя степень), на вариантах с дозами N₆₀P₆₀K₆₀ – 2,0-2,5 балла (сильно полегшие, затрудняющие машинную уборку урожая). Более сильное полегание отмечено на вариантах с нормой высева 4,0 млн., чем на вариантах с нормами высева 3,0 и 3,5 млн. всхожих семян гп гектар.

Неблагоприятные условия увлажнения и полегание растений сказались на сохранности растений и продуктивности гречихи в целом. В среднем за 4 года количество растений перед уборкой при норме высева 3,0 млн. составило от 155 до 163 шт/м², при норме высева 3,5 млн. – от 201 до 209 шт/м², при норме высева 4,0 млн. – от 232 до 239 шт/м² (табл. 2).

Таблица 2

Элементы структуры урожая гречихи (среднее за 2021-2024 гг.)

Доза удобрения	Количество растений перед уборкой, шт/м ²	Сохранность растений, %	Количество зёрен с 1 растения, шт	Масса 1000 зёрен, г	Масса зерна с 1 растения, г
Норма высева 3,0 млн. всхожих семян/га					
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ (контроль)	155	51,5	23	28,4	0,66
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	161	53,5	27	29,3	0,79
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	163	54,2	33	30,1	0,99
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	163	54,3	31	29,3	0,90
Норма высева 3,5 млн. всхожих семян/га					
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ (контроль)	201	57,4	22	29,1	0,64
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	209	59,7	25	29,7	0,74
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	207	59,0	30	30,4	0,93
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	208	59,3	27	29,7	0,80
Норма высева 4,0 млн. всхожих семян/га					
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ (контроль)	232	58,0	18	28,7	0,51
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	236	59,0	20	29,3	0,59
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	239	59,8	24	29,9	0,72
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	238	59,4	22	29,0	0,63

Сохранность растений на момент уборки при 3,0 млн. составила от 51,5 до 54,3% (самая низкая), при 3,5 млн. – от 57,4 до 59,7%, при 4,0 млн. – от 58,0 до 59,8% (самая высокая).

Увеличение нормы высева снижало количество зёрен с одного растения гречихи и массу зерна него. Максимальная озернённость растений отмечена при норме высева 3,0 млн. всхожих семян на гектар. В зависимости от дозы удобрения, данный показатель изменялся в интервале от 23 до 33 шт, со средним значением 28 шт. При норме высева 3,5 млн. среднее количество зёрен снизилось до 26 шт, с колебаниями в пределах от 22 до 30 шт. Минимальное значение данного показателя отмечено при норме высева 4,0 млн. и составило 18-24 зёрен с растения со средним значением 21 шт.

Максимальная масса зерна с 1 растения зафиксирована при норме высева 3,0 млн., минимальная при норме высева 4,0 млн. со значениями 0,66-0,99 г (среднее 0,83 г) и 0,51-0,72 г (среднее 0,61 г) соответственно. При норме высева 3,5 млн. масса зерна с растения изменялась в интервале от 0,64 до 0,93 г, со средним значением 0,78 г.

Максимальная масса 1000 зёрен отмечена при норме высева 3,5 млн. со средним значением 29,7 г и колебаниями в пределе от 29,1 до 30,4 г. При нормах высева 3,0 млн. и 4,0 млн. этот показатель был ниже на 0,4 и 0,5 г, составил 29,3 г и 29,2 г и изменялся в пределах от 28,4 до 30,1 г и от 28,7 до 29,9 г. соответственно.

Применение минеральных удобрений также оказывало влияние на элементы структуры урожая. Минимальные значения отмечены на вариантах с дозой N₁₅P₁₅K₁₅ (контроль) и в

зависимости от нормы высева составили: количество зёрен с 1 растения 18-23 шт, масса 1000 зёрен 28,4-29,1 г, массы зерна с 1 растения 0,51-0,66 г. Максимальные значения элементов структуры урожая отмечены на вариантах с внесением дозы $N_{45}P_{45}K_{45}$ и соответствовали значениям 24-33 шт, 29,9-30,4 г и 0,72-0,99 г.

На вариантах с внесением дозы $N_{60}P_{60}K_{60}$ озернёность растений составила 22-31 шт, масса зерна с растения 0,63-0,90 г, на варианте с внесением дозы $N_{30}P_{30}K_{30}$ данные показатели составили 20-27 шт и 0,59-0,79 г соответственно. Масса 1000 зёрен на этих вариантах была сопоставима и составила 29,0-29,7 г при внесении 60 кг действующего вещества NPK на гектар и 29,3-29,7 г при внесении 30 кг д.в./га.

Урожайность гречихи зависела от условий года, нормы высева семян и дозы удобрения. Самая низкая урожайность получена в засушливых условиях 2021 года (ГТК=0,82), в среднем по культуре она составила 10,6 ц/га, с колебаниями в интервале от 7,8 до 12,9 ц/га, в зависимости от нормы высева и дозы удобрения. В засушливых условиях 2024 года (ГТК=0,94) средняя урожайность гречихи составила 13,9 ц/га и изменялась в пределах от 8,3 до 19,2 ц/га. В слабо засушливых условиях 2022 года (ГТК=1,13) колебания урожайности составили от 12,0 до 21,8 ц/га со средним значением 16,0 ц/га. Максимальная урожайность получена в слабо засушливых условиях 2023 года (ГТК=1,26) – 18,5 ц/га и изменялась от 12,9 до 22,9 ц/га.

В среднем за 4 года урожайность гречихи составила 14,6 ц/га и в зависимости от нормы высева и дозы удобрения изменялась в пределах от 10,2 до 19,1 ц/га (табл. 3).

Таблица 3

Урожайность гречихи, ц/га (среднее за 2021-2024 гг.)

Доза удобрения	Урожайность, ц/га	Прибавка урожайности к контролю	
		ц/га	%
Норма высева 3,0 млн. всхожих семян/га			
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ (контроль)	10,2	-	-
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	12,6	2,4	23,5
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	16,1	5,9	57,4
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	14,7	4,5	44,1
HCP ₀₅		1,07	-
Норма высева 3,5 млн. всхожих семян/га			
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ (контроль)	12,8	-	-
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	15,6	2,8	21,5
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	19,1	6,3	49,4
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	16,6	3,8	29,9
HCP ₀₅		0,76	-
Норма высева 4,0 млн. всхожих семян/га			
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ (контроль)	11,8	-	-
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	13,9	2,1	17,8
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	17,2	5,4	46,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	15,1	3,3	28,7
HCP ₀₅		0,94	-

Минимальная урожайность отмечена при норме высева 3,0 млн. всхожих семян на гектар – от 10,2 до 16,1 ц/га (среднее по норме высева 13,4 ц/га), максимальная – при норме высева 3,5 млн. от 12,8 до 19,1 ц/га (среднее значение 16,0 ц/га). Средняя урожайность при норме высева 4,0 млн. составила 14,5 ц/га и колебалась в пределах от 11,8 до 17,2 ц/га.

Из изучаемых доз минеральных удобрений самая низкая урожайность зафиксирована на контрольных вариантах от 10,2 до 12,8 ц/га (среднее по дозе 11,6 ц/га) Внесение удобрения в дозе $N_{30}P_{30}K_{30}$ существенно увеличивало урожайность гречихи на 2,1-2,8 ц (17,8-23,5% к контролю) до показателей 12,6-15,6 ц/га (среднее – 14,0 ц/га). При внесении

Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» № 3 (55) 2025 г.
дозы N₆₀P₆₀K₆₀ урожайность к контролю повышалась на 3,3-4,5 ц (на 28,7-44,1%) и составила 14,7-16,6 ц/га (среднее – 15,5 ц/га).

Самая высокая урожайность отмечена при внесении минерального удобрения в дозе N₄₅P₄₅K₄₅, в зависимости от нормы высева она изменялась в пределах от 16,1 до 19,1 ц/га, с существенной прибавкой к контролю на уровне 5,4-6,3 т/га или на 46,0-57,4%.

Средняя урожайность гречихи при использовании дозы N₄₅P₄₅K₄₅ составила 17,5 ц/га, что на 2,0 ц выше, чем при внесении дозы N₆₀P₆₀K₆₀, на 3,5 ц выше, чем при внесении дозы N₃₀P₃₀K₃₀ и на 5,9 ц выше, чем на контроле.

Согласно ГОСТ 19092-2021. Гречиха. Технические условия, норма по содержанию ядра для 1-го класса зерна составляет не менее 73%, 2-го класса – не менее 71%, 3-го – не менее 70%. В условиях опыта на всех вариантах получено зерно с содержанием ядра от 74,7 до 77,8%, что соответствует 1-ому классу (табл. 4).

Таблица 4

Качество зерна гречихи (среднее за 2021-2024 гг.)

Доза удобрения	Содержание ядра, %	Крупность, %	Разность размера плода и ядра, мм
Норма высева 3,0 млн. всхожих семян/га			
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ (контроль)	77,1	82,0	0,69
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	76,4	83,9	0,73
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	77,4	85,4	0,78
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	76,7	85,0	0,77
Норма высева 3,5 млн. всхожих семян/га			
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ (контроль)	76,1	85,1	0,71
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	76,7	82,4	0,75
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	76,8	83,2	0,80
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	76,1	85,2	0,82
Норма высева 4,0 млн. всхожих семян/га			
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ (контроль)	74,7	84,7	0,70
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	76,8	83,8	0,73
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	76,6	84,7	0,80
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	77,8	84,2	0,78

При норме высева 3,0 млн. всхожих семян/га содержание ядра в зерне гречихи составило от 75,7 до 77,4%, при норме высева 3,5 млн. – от 76,1 до 76,8%, при норме высева 4,0 млн. – от 74,7 до 77,8%.

На вариантах с внесением удобрения в дозе N₁₅P₁₅K₁₅ (контроль) содержание ядра в зерне гречихи изменялось в пределах от 74,7 до 77,1%, при использовании дозы N₃₀P₃₀K₃₀ – от 76,4 до 76,8%, дозы N₄₅P₄₅K₄₅ – от 76,6 до 77,4%, N₆₀P₆₀K₆₀ – от 76,1 до 77,8%.

По крупности, согласно того же ГОСТ, зерно гречихи делится на категории: крупное – остаток на сите с отверстиями диаметром 4,0 мм должен быть 80% и более, среднее – менее 80 до 50% и мелкое – менее 50%. На всех вариантах опыта получено крупное зерно. Остаток на сите превысил 80% и в зависимости от нормы высева и дозы удобрения колебался в интервале от 82,0 до 85,4%.

По нормам высева крупность зерна распределялась следующим образом: 3,0 млн. – от 82,0 до 85,4%; 3,5 млн. – от 82,4 до 85,2%; 4,0 млн. – от 83,8 до 84,7 %. По дозам внесения удобрения: N₁₅P₁₅K₁₅ – от 82,0 до 85,1%, N₃₀P₃₀K₃₀ – от 82,4 до 83,9%, N₄₅P₄₅K₄₅ – от 83,2 до 85,4%, N₆₀P₆₀K₆₀ – от 84,2 до 85,2%.

В технологическом отношении очень большое значение имеет показатель «разность размеров плода и ядра». Наибольший выход крупы получается при разности 0,80-0,90 мм. Разность размера плода и ядра в условиях опыта была на уровне 0,69-0,82 мм. Близкая к оптимальной и оптимальная разность 0,77-0,82 мм отмечена на вариантах с внесением удобрений в дозах N₄₅P₄₅K₄₅ и N₆₀P₆₀K₆₀ при всех изучаемых нормах высева. На вариантах с внесением удобрений в дозе N₃₀P₃₀K₃₀ и на контроле, разность размера плода и ядра

Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» № 3 (55) 2025 г. составила 0,69-0,75 мм. При норме высева 3,5 млн. получена лучшая разность из всех изучаемых норм высева, в зависимости от дозы удобрения она изменялась в пределах от 0,71 до 0,82 мм.

Заключение

Полученные экспериментальные данные 2021-2024 гг. показали, что при возделывании гречихи сорта Даша на серых лесных почвах Брянской области, в неблагоприятных по условиям увлажнения условиях, наиболее оптимальными является норма высева семян 3,5 млн. и доза основного удобрения $N_{45}P_{45}K_{45}$. При использовании этой технологии наблюдалась средняя степень полегания посевов, максимальная хозяйственная урожайность зерна на уровне 19,1 ц/га (с колебаниями по годам от 12,9 до 22,6 ц/га) и качество зерна, соответствующее 1 классу (содержание ядра 76,8%, крупность 83,2%). Разность размера плода и ядра составила 0,80 мм, что является оптимальным значением.

Литература

1. Пашковская А.А., Ситнов Д.М., Поцепай С.Н., Шаповалов В.Ф. Эффективность различных систем удобрений и биопрепарата Альбит при производстве зерна гречихи в условиях радиоактивного загрязнения агроландшафтов. // Вестник Брянской ГСХА. – 2024. – № 3(103). – С. 8-13.
2. Зотиков В.И., Вилунов С.Д. Современная селекция зернобобовых и крупяных культур в России. // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2021. – Т. 25, № 4. – С. 381-387. – DOI: 10.18699/VJ21.041.
3. Наумкин В. П., Велкова Н.И. Анализ монофлерного меда на содержание тяжелых металлов. // Вестник аграрной науки. – 2021. – № 3(90). – С. 62-67. – DOI: 10.17238/issn2587-666X.2021.3.62.
4. Фесенко А.Н., Амелин А.В., Заикин В.В. Внутрипопуляционный полиморфизм по интенсивности фотосинтеза листьев у сортообразцов гречихи. // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 105. – С. 246-250. – DOI: 10.21515/1999-1703-105-246-250.
5. Полухин А.А., Панарина В.И. Современное положение культуры гречихи на российском рынке. // АПК: экономика, управление. – 2021. – № 2. – С. 41-45. – DOI 10.33305/212-41.
6. Сычёв С.М., Бельченко С.А., Малякко Г.П. [и др.] Господдержка агропромышленного комплекса (на примере Брянской области (2021-2023 гг.)) // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 3. – С. 219-226.
7. Акимова Ю.А., Семенова Н.Н., Колесник Н.Ф. Конкурентная среда на рынке агропродовольственной продукции (на примере зернового рынка). // Региональные проблемы преобразования экономики. – 2024. – № 11(169). – С. 177-188. – DOI: 10.26726/rpre2024v11ceita.
8. Зотиков В.И., Полухин А.А., Грядунова Н.В. [и др.] Развитие производства зернобобовых и крупяных культур в России на основе использования селекционных достижений. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 4 (36). – С. 5-17. – DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11198.
9. Зотиков В.И. Отечественная селекция зернобобовых и крупяных культур. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 3(35). – С. 12-19. – DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11179.
10. 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.
11. Вагнер В.В., Никитина В.И. Влияние способов посева и норм высева семян на урожайность сортов гречихи в лесостепной зоне Южно-Минусинского округа. // Вестник КрасГАУ. – 2022. – № 4(181). – С. 62-68. – DOI: 10.36718/1819-4036-2022-4-62-68.
12. Глазова З.И. Оценка действия специальных удобрений АО "Щёлково Агрохим" при разных способах их применения на урожайность гречихи // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – № 3(39). – С. 74-79. – DOI: 10.24412/2309-348X-2021-3-74-79.
13. Никитина В.И., Вагнер В.В. Значение способа посева и нормы высева в формировании генеративных признаков у сортов гречихи посевной. // Вестник КрасГАУ. – 2023. – № 4(193). – С. 3-11. – DOI 10.36718/1819-4036-2023-4-3-11.

14. Оказова З.П., Адаев Н.Л., Амаева А.Г. Вредоносность сорных растений в посевах гречихи. // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2024. – № 1(397). – С. 107-110. – DOI: 10.55186/25876740_2024_67_1_107.
15. Иванов Р.Г., Налиухин А.Н., Белопухов С.Л., Джанчарова Г.К. Влияние биомодифицированных азотных удобрений на урожай и вынос питательных элементов гречихи разных лет селекции. // Агрохимический вестник. – 2024. – № 6. – С. 14-21. – DOI: 10.24412/1029-2551-2024-6-003.

References

1. Pashkovskaya A.A., Sitnov D.M., Pospelov S.N., Shapovalov V.F. Effectiveness of various fertilizer systems and Albite biologics in the production of buckwheat grain in conditions of radioactive contamination of agrolandscapes, *Vestnik Bryanskoj GSHA*, 2024, no. 3(103), pp. 8-13. (In Russian)
2. Zotikov V.I., Vilyunov S.D. Modern selection of leguminous and cereal crops in Russia, *Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii*, 2021, no. 4(25), pp. 381-387. DOI 10.18699/VJ21.041. (In Russian)
3. Naumkin V.P., Velkova N.I. Analysis of monofleur honey for the content of heavy metals, *Vestnik agrarnoj nauki*, 2021, no. 3(90), pp.62-67. DOI 10.17238/issn2587-666X.2021.3.62. (In Russian)
4. Fesenko A.N., Amelin A.V., Zaikin V.V. Intra-population polymorphism in the intensity of leaf photosynthesis in buckwheat varieties, *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2023, no. 105, pp. 246-250. DOI 10.21515/1999-1703-105-246-250. (In Russian)
5. Poluhin A.A., Panarina V.I. The current situation of buckwheat culture in the Russian market, *APK: ekonomika, upravlenie*, 2021, no.2, pp. 41-45. DOI 10.33305/212-41. (In Russian)
6. Sychev S.M., Bel'chenko S.A., Malyavko G.P. State support for the agro-industrial complex (on the example of the Bryansk region (2021-2023)), *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*, 2024, no.3, pp. 219-226. (In Russian)
7. Akimova Yu.A., Semenova N.N., Kolesnik N.F. Competitive environment in the agri-food market (on the example of the grain market), *Regional'nye problemy preobrazovaniya ekonomiki*, 2024, no. 11(169), pp. 177-188. – DOI 10.26726/rppe2024v11ceita.
8. Zotikov V.I., Poluhin A.A., Gryadunova N.V. Development of the production of leguminous and cereal crops in Russia based on the use of breeding achievements, *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2020, no. 4(36), pp. 5-17. – DOI 10.24411/2309-348X-2020-11198. (In Russian)
9. Zotikov V.I. Homegrown breeding of legumes and cereals, *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2020, no. 3(35), pp. 12-19. DOI 10.24411/2309-348X-2020-11179. (In Russian)
10. Glazova Z.I. Agro-economic efficiency of the use of micro- and organomineral fertilizers in the cultivation of buckwheat, *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2023, no. 2(46), pp. 74-82. DOI 10.24412/2309-348X-2023-2-74-82. (In Russian)
11. Vagner V.V., Nikitina V.I. Influence of seeding methods and seeding rates on the yield of buckwheat varieties in the forest-steppe zone of the South Minusinsk district, *Vestnik KrasGAU*, 2022, no. 4(181), pp. 62-68. DOI 10.36718/1819-4036-2022-4-62-68. (In Russian)
12. Glazova Z.I. Assessment of the effect of special fertilizers of JSC "Shchelkovo Agrochim" with different methods of their use on the yield of buckwheat, *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2021, no. 3(39), pp. 74-79. DOI 10.24412/2309-348X-2021-3-74-79. (In Russian)
13. Nikitina V.I., Vagner V.V. The importance of the sowing method and the sowing rate in the formation of generative traits in varieties of sown buckwheat, *Vestnik KrasGAU*, 2023, no. 4(193), pp. 3-11. DOI 10.36718/1819-4036-2023-4-3-11. (In Russian)
14. Okazova Z.P., Adaev N.L., Amaeva A.G. Harmfulness of weeds in buckwheat crops, *Mezhdunarodnyj sel'skoxozyajstvennyj zhurnal*, 2024, no. 1(397), pp. 107-110. DOI 10.55186/25876740_2024_67_1_107. (In Russian)
15. Ivanov R.G., Naliuxin A.N., Belopuxov S.L., Dzhancharova G.K. Effect of biomodified nitrogen fertilizers on yield and yield of buckwheat nutrients from different breeding years, *Agroximicheskij vestnik*, 2024, no. 6, pp.14-21. DOI 10.24412/1029-2551-2024-6-003. (In Russian)

ДЕЙСТВИЕ БИОПРЕПАРАТА АЛЬБИТ С МИНЕРАЛЬНЫМИ УДОБРЕНИЯМИ И ПРИЕМОМ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ГРЕЧИХИ

А.А. ПАШКОВСКАЯ, аспирант, E-mail: saha641970@yandex.ru.
В.Ф. ШАПОВАЛОВ, доктор сельскохозяйственных наук, E-mail: kafeap@bgsha.com
Л.А. ЗВЕРЕВА, кандидат экономических наук, E-mail: L.Zvereva@yandex.ru

ФГБОУ ВО БРЯНСКИЙ ГАУ

Аннотация. В статье представлены данные по изучению действия биопрепарата Альбит на урожайность и качество зерна гречихи, а также действие биопрепарата Альбит в комплексе с азотно-фосфорными и калийными удобрениями на дерново-подзолистой песчаной почве. Полевые опыты проводили на опытном поле Новозыбковской СХОС – филиале ФНЦ ВИК им. В. Р. Вильямса и на кафедре агрохимии, почвоведения и экологии Брянского ГАУ с 2021 по 2023 гг. При использовании биопрепарата Альбит урожайность зерна гречихи увеличилась в среднем на 0,14 т/га или 22% в сравнении с контрольным вариантом.

Применение минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Альбит повышает урожайность зерна гречихи в среднем на 0,85 т/га или на 135% в сравнении с контролем. Повышение доз калийного удобрения от 60 кг/га до 90 кг/га действующего вещества в комплексе с азотно-фосфорными удобрениями и препаратом Альбит даёт прибавку урожая на 0,95 т/га или на 150% в сравнении с контролем. При использовании минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{120}$ + Альбит получена прибавка урожая в среднем 1,04 т/га или 165%, относительно контроля. Применение биопрепарата Альбит и повышенных доз калийного удобрения улучшают физические показатели качества зерна гречихи. Отмечено, что натура зерна гречихи по изучаемым вариантам опыта повышалась от 430 до 466 г/л, пленчатость зерна снизилась с 21,8% до 20,3%.

При безотвальной обработке почвы увеличивается урожайность гречихи на 33%, а поверхностной – на 20% относительно контрольного варианта (отвальная обработка), а так же улучшаются технологические свойства и качество зерна гречихи.

Ключевые слова: гречиха, минеральные удобрения, урожай, качество, биопрепарат Альбит, приемы обработки почвы.

Для цитирования: Пашковская А.А., Шаповалов В.Ф., Зверева Л.А. Действие биопрепарата Альбит с минеральными удобрениями и приемов основной обработки почвы на урожайность и качество гречихи. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2025; 3(55):61-66. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-3-61-66

THE EFFECT OF THE BIOLOGICAL PRODUCT ALBIT WITH MINERAL FERTILIZERS AND BASIC TILLAGE TECHNIQUES ON THE YIELD AND QUALITY OF BUCKWHEAT

A.A. Pashkovskaya, V.F. Shapovalov, L.A. Zvereva

BRYANSK STATE AGRARIAN UNIVERSITY

Abstract: The article presents data on the study of the effect of Albit biologics on the yield and quality of buckwheat grain, as well as the effect of Albit biologics in combination with nitrogen-phosphorus and potassium fertilizers on sod-podzolic sandy soil. Field experiments were conducted at the experimental field of the Novozybkovsky Agricultural Research Center named after

V. R. Williams and at the Department of Agrochemistry, Soil Science and Ecology of the Bryansk State Agrarian University from 2021 to 2023. When using the Albit biopreparation, the yield of buckwheat grain increased by an average of 0.14 t/ha or 22% compared to the control variant. The use of mineral fertilizers at a dose of $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Albit increases the yield of buckwheat grain by an average of 0.85 t /ha or by 135% compared with the control. Increasing the doses of potash fertilizer from 60 kg/ha to 90 kg/ha of the active substance in combination with nitrogen-phosphorus fertilizers and Albit gives a yield increase of 0.95 t /ha or 150% compared to the control. When using mineral fertilizers at a dose of $N_{60}P_{60}K_{120}$ + Albit, an average yield increase of 1.04 t/ha or 165% was obtained relative to the control. The use of Albit biologics and increased doses of potassium fertilizer improve the physical quality of buckwheat grains. It was noted that the nature of buckwheat grain according to the studied experimental variants increased from 430 to 466 g/l, the filminess of the grain decreased from 21.8% to 20.3%.

With tillage-free tillage, the yield of buckwheat increases by 33%, and surface by 20% relative to the control option (dump treatment), as well as the technological properties and quality of buckwheat grain are improved.

Keywords: buckwheat, mineral fertilizers, yield, quality, Albit biological product, soil tillage techniques.

Введение

Для продовольственной безопасности России увеличение производства гречихи, как важнейшей и одной из самых ценных продовольственных культур является одной из первоочередных задач [1, 2, 3]. В Брянской области гречихой засевают 8,808 тыс. га. Гречиха по величине и устойчивости урожаев уступает многим зерновым культурам, однако она может обеспечивать урожайность на уровне 2,0...2,5 т/га. В 2023 году в России средняя урожайность гречихи составила 1,3 т/га (в Курской области 1,93 т/га), в Брянской области соответственно 1,39 т/га. (Росстат. Главный межрегиональный центр. «Валовые сборы и урожайность сельскохозяйственных культур по Российской Федерации в 2023 году»).

Минеральные удобрения являются мощным фактором роста урожайности сельскохозяйственных культур и повышения плодородия дерново-подзолистых песчаных почв. Гречиха по потреблению питательных веществ значительно превосходит другие крупяные культуры, при этом имеет превосходство по содержанию незаменимых аминокислот и белка [4]. Отличительной особенностью гречихи является то, что жиры в гречневой крупе не подвергаются окислению при длительном хранении. Гречиха проявляет себя и как прекрасный медонос, обеспечивая при оптимальных климатических условиях сбор 120 кг/га меда, обладающего уникальными целебными свойствами.

Кроме того, большую роль в повышении урожайности и улучшении качества крупы играет внесение микроудобрений, таких как цинк и молибден, а так же стимуляторы роста.

Регулятор роста Альбит способствует повышению устойчивости к неблагоприятным факторам среды, поражению болезнями растений и повышению урожайности сельскохозяйственных культур.

Цель исследований – изучить действие биопрепарата Альбит, а также калия хлористого (56% K_2O) в комплексе с аммиачной селитрой, суперфосфатом двойным и биопрепаратом Альбит на урожайность и качество зерна гречихи. Провести сравнительный анализ влияния приемов основной обработки почвы на урожайность и качество зерна гречихи.

Материалы и методы исследований

Полевые опыты закладывали в 2021-2023 годах на опытном поле Новозыбковской СХОС – филиале ФНЦ ВИК имени В.Р. Вильямса и на кафедре агрохимии, почвоведения и экологии Брянского ГАУ. Почва опытного участка дерново-подзолистая песчаная, с содержанием органического вещества (по Тюрину) 1,7-1,9%, pH_{KCl} – 6,6-6,9 ед., H_g – 0,58-0,76 ммоль/100г почвы, содержание подвижного фосфора и калия (по Кирсанову) соответственно 366-383 и 69-84 мг/кг почвы. Опыты закладывали в трехкратной повторности при систематическом размещении делянок, площадь опытной делянки – 90 м². Исследовали сорт гречихи Девятка, с нормой высева 5,0 млн. всхожих семян гречихи на 1 га. Предшественник – озимая рожь. В опытах исследовалось действие биопрепарата Альбит, а

Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» № 3 (55) 2025 г.
также калия хлористого (56% K₂O) в комплексе с аммиачной селитрой, суперфосфатом двойным и биопрепаратом Альбит (табл. 1).

Калий хлористый вносили под зяблевую вспашку, чтобы обеспечить вымывание хлора, так как гречиха отрицательно реагирует на хлор. Азотное и фосфорное удобрения вносили весной под предпосевную обработку почвы. Препарат Альбит из расчета 50 мг/га применяли в форме некорневой подкормки опрыскиванием растений гречихи. Урожай убирался прямым комбайнированием, комбайном «Сампо-500», поделочно. Данные урожайности подвергались математической обработке методом дисперсионного анализа по В.А. Доспехову (1985).

Результаты исследований

Обработка биопрепаратом Альбит дает прибавку урожая гречихи в среднем 0,14 т/га или 22%. Применение минеральных удобрений в дозе N₆₀P₆₀K₆₀ + Альбит повышает урожайность зерна гречихи в среднем на 0,85 т/га или на 135% в сравнении с контролем. Повышение доз калийного удобрения от 60 кг/га до 90 кг/га действующего вещества в комплексе с азотно-фосфорными удобрениями и препаратом Альбит даёт прибавку урожая 0,95 т/га или на 150% в сравнении с контролем. При использовании минеральных удобрений в дозе N₆₀P₆₀K₁₂₀ + Альбит получена прибавка урожая в среднем 1,04 т/га или 165%, относительно контроля (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность зерна гречихи при действии минеральных удобрений и препарата Альбит

Вариант	Урожайность, т/га				Прибавка, т/га
	2021	2022	2023	Среднее	
1.Контроль (без удобрений)	0,58	0,65	0,66	0,63	-
2.Альбит	0,65	0,81	0,85	0,77	0,14
3.N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Альбит	1,85	1,53	1,56	1,48	0,85
4.N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + Альбит	1,40	1,66	1,68	1,58	0,95
5.N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀ + Альбит	1,42	1,74	1,85	1,67	1,04

Максимальный урожай зерна гречихи 1,85 т/га был получен при внесении полного минерального удобрения в дозе N₆₀P₆₀K₁₂₀ с биопрепаратом Альбит в 2023 году, т.е. в 2,8 раза выше, чем в варианте без удобрений.

Исследованиями установлено, что биопрепарат Альбит и повышенные дозы калийного удобрения в комплексе с азотно-фосфорными удобрениями улучшают технологические показатели гречневой крупы (табл. 2).

Таблица 2

Физические показатели зерна гречихи при действии минеральных удобрений и препарата Альбит в среднем за 2021-2023 гг.

Вариант	Выход крупы, %	Натура, г/л
1.Контроль (без удобрений)	56,31	430
2.Альбит	57,39	436
3.N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Альбит	59,44	458
4.N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + Альбит	59,66	463
5.N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀ + Альбит	59,87	466

Обработка растений гречихи биопрепаратом Альбит положительно влияет на натуру зерна и выход крупы, так натура увеличилась на 6 г/л в сравнении с контрольным вариантом, а выход крупы – на 1,08%.

Применение комплексного удобрения N₆₀P₆₀K₆₀ + Альбит более заметно увеличивает показатели натуре и выхода крупы относительно контроля. Повышение дозы калия с 60 до

90 кг/га в комплексе с азотно-фосфорными и биопрепаратом Альбит увеличивает натуру на 7,7%, выход крупы на 3,35%. Увеличение дозы калия с 90 кг/га до 120 кг/га натуру зерна (+3г/л) и выход крупы (+0,21%) повышает незначительно в сравнении с вариантом N₆₀P₆₀K₉₀ + Альбит.

Минеральные удобрения и стимуляторы роста непосредственно влияют на продуктивность гречихи. Но в не меньшей степени она зависит от применения способов обработки почвы, обеспечивающей оптимальное строение пахотного слоя почвы, создающей благоприятные условия для жизнедеятельности микроорганизмов и мобилизации доступных питательных веществ.

На основании обобщения опубликованных исследований по эффективности отдельных агротехнических противоэрозионных приемов обработки почвы можно понять, что безотвальная обработка почв с сохранением стерни сокращает сток талых вод и смыв гумуса, и в результате способствует повышению урожайности сельскохозяйственных культур.

В период с 2022 по 2023 гг. на кафедре агрохимии, почвоведения и экологии Брянского ГАУ проводились опыты с целью исследования влияния приемов основной обработки дерново-подзолистых почв (плужной, плоскорезной и поверхностной) на урожайность и качество зерна гречихи. Использовалась схема удобрений в дозе N₆₀P₆₀K₆₀ (аммиачная селитра, суперфосфат двойной и калий хлористый).

В контрольном варианте (плужная), т.е. отвальная обработка почвы выполнялась плугом ПЛН 4-35. Безотвальная (плоскорезная) обработка почвы осуществлялась с использованием культиваторов-плоскорезов-глубококорыхлителей КПК-250. Поверхностная обработка почвы выполнялась тяжелой дисковой бороной БДТ 3 (табл. 3).

Таблица 3

**Влияние различных приемов основной обработки почвы
на урожайность гречихи**

Вариант	Урожайность, т/га		Средняя урожайность за два года, т/га	Прибавка, т/га
	2022	2023		
Отвальная обработка (контроль)	1,45	1,55	1,5	-
Безотвальная обработка	1,98	2,02	2,0	0,5
Поверхностная обработка	1,70	1,90	1,8	0,3

Из таблицы видно, что применение поверхностной и безотвальной обработки почвы способствуют заметному росту урожайности зерна гречихи на 20%-33% больше, чем в контрольном варианте (отвальная обработка).

Использование различных способов обработки почвы дало положительный результат и для технологических показателей, таких как, масса 1000 зерен и натура зерна (табл. 4).

Таблица 4

**Масса 1000 зерен и натура зерна гречихи при различных приемах
основной обработки почвы**

Вариант	Масса 1000 зерен, г			Натура зерна, г		
	2022	2023	среднее	2022	2023	среднее
Отвальная обработка (контроль)	21,7	22,3	22,0	440	442	441
Безотвальная обработка	22,6	22,9	22,8	449	462	456
Поверхностная обработка	22,8	23,2	23,0	462	466	464

Влияние различных способов обработки почвы проявляется изменением массы 1000 зерен и величины натуры зерен гречихи. В среднем за два года масса 1000 зерен была максимальной в варианте с поверхностной обработкой почвы и составила 23,0 г или на 4,5% больше контроля, а при безотвальной обработке почвы масса 1000 зерен составляла 22,8 г или на 0,8 г больше, чем в контрольном варианте.

Натура зерна также при поверхностной обработке почвы в среднем за два года увеличилась на 23 г. или на 5%, по сравнению с контрольным вариантом и на 8 г в сравнении с безотвальной обработкой почвы.

Безотвальная обработка почвы эффективнее, по сравнению с вариантом поверхностная и отвальная обработка почвы по показателям пленчатости и выхода крупы (пленчатость на 0,1%, ниже, а выход крупы на 0,8% больше) (табл. 5).

Таблица 5

Плёнчатость зерна и выход крупы гречихи при различных приемах основной обработки почвы

Вариант	Плёнчатость, %			Выход крупы, %		
	2022	2023	среднее	2022	2023	среднее
Отвальная обработка (контроль)	19,1	19,6	19,4	58,23	57,46	57,85
Безотвальная обработка	19,2	19,4	19,3	58,66	58,64	58,65
Поверхностная обработка	18,9	19,8	19,4	58,44	58,21	58,33

Выводы

1. Обработка растений гречихи биопрепаратом Альбит повышает урожайность гречихи в среднем на 22%, по сравнению с контрольным вариантом (без удобрений). При обработке биопрепаратом Альбит в комплексе с азотно-фосфорными удобрениями и возрастающими дозами калия урожайность растет от 135% до 165%, при этом увеличивается натура зерна и выход крупы, а плёнчатость зерна снижается.

2. Максимальный урожай зерна гречихи 1,85 т/га получен при внесении полного минерального удобрения в дозе $N_{60}P_{60}K_{120}$ с биопрепаратом Альбит, что в 2,8 раза больше чем в варианте без удобрений.

3. Сравнительный анализ использования различных приемов обработки почвы показывает, что при безотвальной обработке почвы увеличивается урожайность гречихи на 33%, поверхностной на 20% относительно контрольного варианта (отвальная обработка), а так же улучшаются технологические свойства и качество зерна гречихи.

Литература

1. Зотиков В.И. Отечественная селекция зернобобовых и крупяных культур. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 3 (35). – С. 12-19, DOI: 10. 24411/2309-348X-2020-11179.
2. Зотиков В.И., Полухин А.А., Грядунова Н.В. и др. Развитие производства зерновых и крупяных культур в России на основе использования селекционных достижений. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 4 (36). – С. 5-17, DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11198
3. Пашковская А.А., Ситнов Д.М., Поцепай С.Н., Шаповалов В.Ф. Эффективность различных систем удобрений и биопрепарата Альбит при производстве зерна гречихи в условиях радиоактивного загрязнения агроландшафтов. // Вестник Брянской ГСХА. – 2024. – № 3 (103). – С. 8-13
4. Байдакова Е.В., Зверева Л.А., Кровопускова В.Н., Пашковская А.А. Минеральные удобрения и плодородие почв. //Сборник (ФГБОУ ВО «БГИТУ»). Среда, окружающая человека: природная, техногенная, социальная. Материалы XII Международной научно-практической конференции. Брянск. – 2023. – 19 с.

References

1. Zotikov V.I. Domestic breeding of legumes and groat crops. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2020, no. 3 (35), pp. 12-19. DOI: 10. 24411/2309-348X-2020-11179.
2. Zotikov V.I., Polukhin A.A., Grydunova N.V. et al. Development of grain and cereal crops production in Russia based on the use of breeding achievements *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2020, no. 4 (36), pp. 5-17. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11198
3. Pashkovskaya A.A., Sitnov D.M., Potsepai S.N., Shapovalov V.F. The effectiveness of various fertilizer systems and Albit biologics in the production of buckwheat grain in conditions of radioactive contamination of agricultural landscapes. *Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy*, 2024, no.3 (103), pp. 8-13
4. Baidakova E.V., Zvereva L.A., Krovopuskova V.N., Pashkovskaya A.A. Mineral fertilizers and soil fertility. Collection (FSBEI HE "BGITU"). The environment surrounding a person: natural, man-made, social. materials of the XII International Scientific and Practical Conference. Bryansk, 2023, p. 19.

**ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕНАЖНОЙ МАССЫ ОДНОЛЕТНИХ БОБОВО-ЗЛАКОВЫХ
СМЕСЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОСТАВА И ЭЛЕМЕНТОВ АГРОТЕХНОЛОГИИ
В УСЛОВИЯХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ
В ЦЕНТРАЛЬНОМ НЕЧЕРНОЗЕМЬЕ**

С.М. ТИМОШЕНКО, кандидат сельскохозяйственных наук
В.В. КОНОНЧУК*, доктор сельскохозяйственных наук, E-mail: vadimkononchuk@yandex.ru
В.Д. ШТЫРХУНОВ, кандидат сельскохозяйственных наук,
В.Ф. КИРДИН, доктор сельскохозяйственных наук,
Е.А. ТУЛИНОВА, кандидат биологических наук,
О.А. ЩУКЛИНА*, **П.М. КОНОРЕВ***, **Е.В. БЕЛЯЕВ****, кандидаты сельскохозяйственных наук

ФГБНУ ФИЦ «НЕМЧИНОВКА»

* ФГБУН ГЛАВНЫЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД ИМЕНИ Н.В. ЦИЦИНА РАН

** ООО «ЛЕБОЗОЛ ВОСТОК»

***Аннотация.** В статье представлены результаты 7-летних исследований по реакции однолетних бобово-злаковых смесей, выращиваемых на сенаж, на изменение метеорологических условий за период посев – укосная спелость, применение минеральных удобрений и их сочетания с некорневыми подкормками биостимуляторами с микроэлементами.*

Вико- и горохо-злаковые смеси с участием яровой пшеницы и овса формировали продуктивность максимального уровня при избыточном увлажнении (ГТК >2,5), обеспечивал получение 11-14 т/га сухой массы с накоплением 1,9-2,7 т/га сырого протеина с энергетической питательностью 10,2-10,7 МДж/кг в варианте с предпосевным внесением N₃₀₋₄₅ на фоне P₅₀K₇₅. Для люпино-злаковых смесей различного состава предпочтительнее были условия увлажнения, близкие к средним многолетним значениям (ГТК 1,30,) – урожайность 7,2-8,2 т/га, накопление сырого протеина 0,94-1,16 т/га при энергетической питательности 8,9-9,6 МДж/кг создавались на естественном азотном фоне при осеннем внесении P₆₀K₆₀.

Изменение влагообеспеченности в сторону от оптимума снижало продуктивность бобово-злаковых смесей и требовало увеличения дозы азотного удобрения для достижения наиболее высоких показателей.

Влияние сочетания удобрений и биостимуляторов на продуктивность люпино-злаковых смесей в близких к средним многолетним условиях увлажнения (2023-2024 гг., ГТК 1,27) носило противоречивый характер. Необходимо продолжение исследований при иной влагообеспеченности с расширением состава смешанных посевов и ассортимента биостимуляторов.

Ключевые слова: бобово-злаковые смеси, Центральное Нечерноземье, гидротермический коэффициент, продуктивность, удобрение, биостимуляторы.

Для цитирования: Тимошенко С.М., Конончук В.В., Штырхунов 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):67-79. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-3-5-67-79

**PRODUCTIVITY OF HAYLAGE MASS OF ANNUAL LEGUM-CEREALS MIXTURES
DEPENDING ON THE COMPOSITION AND ELEMENTS OF AGROTECHNOLOGY
UNDER CONDITIONS OF CLIMATE CHANGE IN THE CENTRAL NON-BLACK
EARTH REGION**

S.M. Timoshenko, V.V. Kononchuk*, V.D. Shtyrkhunov, V.F. Kirdin, E.A. Tulinova, O.A. Shchuklina*, P.M. Konorev*, E.V. Belyaev**

FEDERAL STATE BUDGETARY RESEARCH CENTER "NEMCHINOVKA"

* FGBUN MAIN BOTANICAL GARDEN NAMED AFTER N.V. TSITSIN

OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

** LLC «LEBOZOL VOSTOK»

Abstract: *The article presents the results of 7-year studies on the reaction of annual legume-cereal mixtures grown for haylage to changes in meteorological conditions during the period of sowing - mowing maturity, the use of mineral fertilizers and their combination with non-root feeding with biostimulants with microelements.*

Vetch and pea-cereal mixtures with spring wheat and oats formed the maximum productivity level under excessive moisture ($HTC > 2.5$), provided the production of 11-14 t/ha of dry mass with the accumulation of 1.9-2.7 t/ha of crude protein with the energy value of 10.2-10.7 MJ/kg in the variant with pre-sowing application of N_{30-45} against the background of $P_{50}K_{75}$. For lupine-cereal mixtures of various compositions, moisture conditions close to the average long-term values (HTC 1.30) were preferable - the yield of 7.2-8.2 t/ha, the accumulation of crude protein of 0.94-1.16 t/ha with the energy value of 8.9-9.6 MJ/kg were created against a natural nitrogen background with the autumn application of $P_{60}K_{60}$.

Changes in moisture supply away from the optimum reduced the productivity of legume-cereal mixtures and required an increase in the dose of nitrogen fertilizer to achieve the highest indicators.

The effect of a combination of fertilizers and biostimulants on the productivity of lupine-cereal mixtures under near-average perennial moisture conditions (2023-2024, HTC 1.27) was contradictory. It is necessary to continue research under different moisture supply with an expansion of the composition of mixed crops and the range of biostimulants.

Keywords: legume-cereal mixtures, Central Non-Black Earth Region, hydrothermal coefficient, productivity, fertilizer, biostimulants.

Изменение климата представляет собой одну из самых серьезных угроз для сельского хозяйства, вследствие дестабилизации продуктивности и устойчивости агроэкосистем [1]. В условиях Центрального Нечерноземья, где климатические условия характеризуются высокой изменчивостью, особенно актуальной становится задача оптимизации агрономических практик для обеспечения стабильного производства кормов [2]. Однолетние бобово-злаковые смеси, благодаря своей способности фиксировать атмосферный азот и улучшать структуру почвы, становятся важным элементом агрономического ландшафта, способствуя повышению продуктивности и устойчивости сельскохозяйственных систем [3, 4].

В последние годы внимание ученых сосредоточено на изучении влияния гидротермических условий, минеральных удобрений и биостимуляторов на рост и развитие смешанных бобово-злаковых посевов. Исследования показывают, что правильный выбор агротехнических приемов может существенно повысить как количественные, так и качественные показатели урожая [5]. В частности, использование биостимуляторов на основе аминокислот с микроэлементами, демонстрирует положительное влияние на стрессоустойчивость растений, особенно в условиях засухи [6].

Цель исследования – анализ влияния гидротермических условий, минеральных удобрений и биостимуляторов на урожайность и качество сенажной массы вико-горохо- и люпино-злаковых смесей на дерново-подзолистых почвах Центрального Нечерноземья. Исследование направлено на оценку воздействия минеральных удобрений и

Методы исследования

Исследования проводили в 2017-2024 годах на опытном поле ФИЦ «Немчиновка», расположенном в Новой Москве, рядом с аэропортом «Внуково». Оценка питательности получаемой кормовой продукции производилась специалистами ФГБУН «Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН».

Почва – дерново-подзолистая среднесуглинистая на моренном суглинке средней окультуренности. Пахотный (0-20 см) слой ее характеризуется повышенной и высокой (IV-V класс) обеспеченностью подвижным фосфором и калием, слабокислой реакцией среды и содержанием гумуса в диапазоне 1,4-2,1%. Предшественник – озимые и яровые зерновые.

Средние дозы фосфорных и калийных удобрений в опыте с вико- и горохо-злаковыми смесями $P_{50}K_{75}$ с колебаниями в разные годы от 30 до 100 кг/га и от 30 до 120 кг/га соответственно. Дозы азота составляли: 0, 30, 45 кг/га N. В опыте с люпино-злаковыми смесями дозы P_2O_5 и K_2O составляли по 60 кг/га д.в., азота – 50 кг/га.

Соотношение семян компонентов в опыте с викой и горохом 50:50% от полной нормы высева, в опыте с люпином – злаковый компонент 50% от полной нормы, люпин – 1,6 млн/га.

Посев осуществлялся в оптимальные сроки (конец апреля – начало мая) протравленными семенами сортов современного периода селекции ФИЦ «Немчиновка». Бобовый компонент в день посева обрабатывали раствором молибденовокислого аммония и активным штаммом N_2 – фиксирующих бактерий (ВНИИСХМ, г. Пушкин). Защита растений в течение вегетации включала обработку посевов инсекто-фунгицидной смесью (Борей Нео + Колосаль Про) в фазе трех пар настоящих листьев, с повторной обработкой инсектицидом в фазе бутонизации. В 2018-2020 годах в баковые смеси добавляли стимулятор роста Гумистим Zn, B, а в 2022-2024 годах комплекс препаратов органической природы с ростостимулирующим и антистрессовым эффектом (аминокислоты, пептиды, микроэлементы).

Площадь элементарной делянки в опытах составляла 40-60 м², повторность четырехкратная. Учет сенажной массы проводили через 30 дней после последней обработки пестицидами в фазе побурения бобов вики и гороха, «зеленый боб» у люпина с помощью навесной миникосилки роторного типа. В 2019 и 2021 годах из-за сильной засухи урожай сенажной массы смесей с участием гороха и пелюшки не учитывали, а посевы оставили до полного созревания зерна.

Агрохимический анализ почвы и растительной массы по компонентам проводили в сертифицированной лаборатории массовых анализов института с использованием методик и ГОСТов, принятых в Агрохимической службе. Дисперсионный анализ урожайности (в пересчете на сухое вещество) выполняли по программе «Statgraf» (ВИУА, 1992).

Разработка схем опытов, программы исследований и наблюдений осуществлялась с использованием рекомендаций, изложенных в руководствах: «Опытное дело в полеводстве, 1982)», «Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур, 1985, «Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований, (Б.А. Доспехов, 1985».

Результаты и обсуждение

Гидротермический коэффициент (ГТК) по Селянинову, рассчитанный за период от посева до укосной спелости (с 1-й декады мая до середины июля), демонстрирует значительные колебания, что указывает на изменчивость климатических условий в исследуемые годы (табл. 1). В 2017 и 2020 годах условия увлажнения в период формирования укосной массы характеризовались избыточным увлажнением (ГТК 2,97-3,07), 2018 и 2024 годы по этому показателю приближались к среднему многолетнему (ГТК 1,27-1,30) и 1,49 соответственно. Однако отсутствие осадков на конечном этапе формирования биомассы и повышенный температурный режим в 2024 году (ГТК 0,20 против 1,62) не позволили сформировать высокую урожайность. Вегетационные периоды 2019, 2022 и 2023 годов характеризовались недостаточной влагообеспеченностью (ГТК 1,00-1,20). Однако в

Таблица 1

Гидротермические условия за период посев-укосная спелость. ГТК по Селянинову

Год	2017	2018	2019	2020	2022	2023	2024	Средний многолетний
ГТК	2,97	1,30	1,00	3,07	1,15	1,20	1,27	1,49

Исследованиями установлено, что для бобово-злаковых смесей с участием яровой вики и посевного гороха наиболее благоприятные условия для формирования урожайности сухой массы и показателей продуктивности создавались при ГТК 2,97-3,07 (избыточное увлажнение). Они обеспечивали получение 10,4 и 11,2 т/га сухой массы, в которой накапливалось 1,54 и 1,83 т/га сырого, 1,09 и 1,30 т/га переваримого протеина, 100,4 и 111,8 ГДж/га обменной энергии. При пониженной влагообеспеченности (ГТК 1,27-1,30) и в условиях умеренной засушливости (ГТК 1,00-1,27) величины рассматриваемых показателей снижались у смеси вики с яровыми зерновыми на 20-54%, у горохо-злаковых – на 39-64% в зависимости от показателя. У обеих смесей в наибольшей степени уменьшалось накопление сырого и переваримого протеина -40% и -57%, -45% и -72%. Протеиновая и энергетическая питательность корма со снижением влагообеспеченности также ухудшалась от I-II классов качества до III класса и ниже (табл. 2).

Для люпино-злаковой смеси наиболее благоприятные условия отмечались при ГТК 1,27-1,30 (пониженная влагообеспеченность). При этом урожайность составляла в среднем 9,61 т/га, сбор протеина 1,11 и 0,67 т/га, обменной энергии 86,9 ГДж/га, а корм характеризовался протеиновой и энергетической питательностью на уровне III класса качества. Как повышение, так и дальнейшее снижение влагообеспеченности оказывало отрицательное влияние на величины рассматриваемых показателей: -36% и -33% по урожайности, -40% и -16% по накоплению сырого, -42 и -6% переваримого протеина. Существенно уменьшалось и накопление обменной энергии (-39% и -32%) соответственно по режимам увлажнения.

Уменьшение продуктивности изучаемых бобово-злаковых смесей при отклонении от оптимума было обусловлено аналогичным изменением доли бобового компонента: у вико- и горохо-злаковых посевов с 66% и 79% до 19-21% и до 25-39% соответственно, а у люпино-злаковой смеси с 53% до 45-46% (табл. 2).

В условиях переувлажнения, благоприятных для смешанных посевов с участием вики, гороха и пелюшки, но очень неблагоприятных для люпино-злаковых (ГТК 2,97-3,07), все изучаемые смеси положительно отзывались на внесение азотного удобрения.

В зависимости от состава их влияние носило линейный или затухающий характер. В первом случае в посевах с участием гороха Немчиновской 100 и пелюшки Флора 2 с яровой пшеницей Злата при очень высокой эффективности азота, для формирования продуктивности максимального уровня требовалось внесение N_{45} на фоне $P_{50}K_{75}$, обеспечившее получение 9,38-12,96 т/га сухой сенажной массы с накоплением в ней 1,4-,19 т/га сырого, 1,0-1,3 т/га переваримого протеина и 91-125 ГДж/га обменной энергии с питательностью корма соответствующей первому классу качества. Прибавки к фосфорно-калийному фону достигали 62-110% в зависимости от показателя.

Люпино-злаковые смеси, при существенно меньшей продуктивности, наиболее высокие показатели создавали при предпосевном внесении 50 кг/га N на фоне $P_{60}K_{60}$: урожайность 6,2-8,0 т/га, накопление протеина 0,63-0,91 т/га (сырой), 0,32-0,54 т/га (переваримый), обменная энергия 54,0-71,0 ГДж/га, что было на 15-61% выше аналогичных значений на фоновом варианте.

Среди них лучшими показателями выделялась смесь люпина с овсом с урожайностью 8,0 т/га сухой массы, накопленном в ней 0,91 т/га сырого и 0,54 т/га переваримого протеина, 71,0 ГДж/га обменной энергии.

Урожайность и качество сенажной массы бобово-злаковых смесей в зависимости от гидротермических условий в период посев – укосная спелость

Показатели		ГТК	Год	Вика яровая + яровые зерновые	Горох посевной + яровые зерновые	Люпин узколистый + яровые зерновые
Урожайность сухой массы, т/га		2,97-3,07	2017, 2020	10,39	11,19	6,15
		1,27-1,30	2018,2023	7,07	6,80	9,61
		1,00-1,27	2019, 2022,2024	8,36	6,80	6,41
Доля бобового компонента, %		2,97-3,07	2017, 2020	66	79	45
		1,27-1,30	2018,2023	21	39	53
		1,00-1,27	2019, 2022,2024	19	25	46
Сбор протеина, т/га	Сырого	2,97-3,07	2017, 2020	1,54	1,83	0,67
		1,27-1,30	2018,2023	0,93	0,78	1,11
		1,00-1,27	2019, 2022,2024	0,90	0,78	0,93
	Переваримого	2,97-3,07	2017, 2020	1,09	1,30	0,39
		1,27-1,30	2018,2023	0,60	0,47	0,67
		1,00-1,27	2019, 2022,2024	0,51	0,47	0,63
Накопление обменной энергии, ГДж/га		2,97-3,07	2017, 2020	100,4	111,8	53,2
		1,27-1,30	2018,2023	67,7	61,2	86,9
		1,00-1,27	2019, 2022,2024	74,8	60,1	58,7
Обеспеченность 1 кг сухой массы	Сырым протеином, г	2,97-3,07	2017, 2020	148	164	109
		1,27-1,30	2018,2023	132	115	116
		1,00-1,27	2019, 2022,2024	108	115	145
	Переваримым протеином, г	2,97-3,07	2017, 2020	105	116	63
		1,27-1,30	2018,2023	85	69	70
		1,00-1,27	2019, 2022,2024	61	69	98
	Обменной энергией, МДж	2,97-3,07	2017, 2020	9,66	9,99	8,65
		1,27-1,30	2018,2023	9,58	9,00	9,04
		1,00-1,27	2019, 2022,2024	8,95	8,84	9,16

Во втором случае для формирования продуктивности максимального уровня смеси вики с овсом и гороха Немчиновский 50 с яровой пшеницей было достаточно меньшей из изучаемых доз азота – 30 кг/га N. Ее внесение способствовало получению 11,11 т/га сухой массы вики с овсом с накоплением в ней 1,92 т/га сырого и 1,43 т/га переваримого протеина, 113,0 ГДж/га обменной энергии или +32-64% к фону РК.

Горохо-злаковая смесь отличалась более высокой продуктивностью, обеспечивая получение 13,78 т/га сухой массы, 2,72 т/га сырого протеина и 2,04 т/га переваримого, 147,0 ГДж/га обменной энергии (+45-92% к аналогичным значениям фонового варианта).

Как правило, увеличение продуктивности рассматриваемых смесей достигалось за счет роста доли злакового компонента в конечном урожае и повышения концентрации общего азота в надземной массе обоих компонентов. В отдельных случаях (вика + овес, люпин + ячмень) применение минерального азота повышало долю бобового компонента (табл. 3-5)

При снижении влагообеспеченности посевов до уровня, близкого к среднему многолетнему (1,27-1,30), сопровождавшемся уменьшением сбора сухой массы, протеина и энергии вико-злаковых смесей (табл. 2) для формирования показателей максимального уровня по урожайности 7,6-8,8 т/га, накоплению протеина 0,91-1,061 (сырой) – 0,56-0,68 (переваримый), обменной энергии 69,1-82,0 ГДж/га также требовалось применение минерального азотного удобрения в дозах N₃₀₋₄₅ на фосфорно-калийном фоне.

Эффективность азота в зависимости от состава смешанных посевов и показателей продуктивности изменялась в диапазоне от 0-14% до 26-100%. Повышение дозы N до N₄₅ в опыте с вико-злаковыми смесями не приводило к дальнейшему росту рассматриваемых показателей.

Наибольшей отзывчивостью на азот удобрений при пониженной влагообеспеченности выделялся смешанный посев гороха посевного Немчиновский 100 с яровой пшеницей. Прибавка урожайности при этом составила 62%, накопления протеина 84-100%, обменной энергии 67% (табл. 4-5). Люпино-злаковым смесям для получения сопоставимого уровня продуктивности дополнительного внесения азотного удобрения не требовалось (табл. 5).

Следует отметить, что положительное влияние указанных доз азота на продуктивность вико- и горохо-злаковых смесей проявлялось как за счет увеличения доли злакового компонента в конечном урожае (вика+пшеница, горох Немчиновский 100+пшеница), так и вследствие роста доли бобового компонента (горох Немчиновский 50 и пелюшка Флора 2 с яровой пшеницей). Но, в обоих случаях предпосевное применение азота приводило к росту концентрации общего азота в биомассе как злакового, так и бобового компонентов. (табл. 3-4).

В условиях умеренной засушливости (ГТК 1,00-1,27) максимальными величинами продуктивности выделялась смесь вики с яровой пшеницей, где сбор сухой массы в зависимости от удобрений варьировал в диапазоне 8,07-9,17 т/га, накопление сырого протеина – в пределах 0,77-1,09 т/га, переваримого 0,45-0,70 т/га, обменной энергии 62,3-81,2 ГДж/га. Показатели максимального уровня создавались на естественном азотном фоне без дополнительного внесения азота удобрений при питательной ценности корма в пределах 3-го класса качества (табл. 3). Люпино-злаковые смеси с урожайностью, изменявшейся в зависимости от состава и удобрений в пределах 5,11-8,18 т/га, по показателям продуктивности превосходили смеси с участием яровой вики. В урожае сухой массы накапливалось от 0,73- т/га до 1,39 т/га сырого протеина и 0,49-1,00 т/га переваримого, 40,2-80,7 ГДж/га обменной энергии. Продуктивность максимального уровня смешанных посевов с участием люпина и яровой пшеницы, люпина и ячменя создавалась в варианте полного минерального удобрения и составляла по урожайности 8,18 т/га и 7,09 с накоплением сырого и переваримого протеина 1,39 и 1,00 т/га, 1,00 и 0,67 т/га обменной энергии 80,7 и 63,6 ГДж/га (+51%, 66, 72, 56% и + 39, 37, 37, 58% к фону РК соответственно по показателям и составу травосмесей. Питательность корма по протеину соответствовала I-II классам качества, по энергии – I-III. Люпино-овсяная смесь продуктивность близкого уровня создавала на естественном азотном фоне без дополнительного внесения азота удобрений при протеиновой и энергетической питательности корма второго класса качества (табл. 5).

Таким образом, расширение биоразнообразия однолетних бобовых смесей, корректировка агротехнологии их возделывания на сенаж в условиях изменяющегося климата Центрального Нечерноземья с учетом выявленных в опыте особенностей влияния удобрений на урожайность сухой массы и ее продуктивность в зависимости от состава, позволит сельхозтоваропроизводителям целенаправленно управлять процессом формирования урожая, повысит устойчивость полевого кормопроизводства, увеличит его качественные характеристики.

Влияние предпосевного внесения азота на урожайность сухой массы и показатели продуктивности вико-злаковых смесей различного состава в условиях изменяющейся влагообеспеченности. 2017-2019 гг.

Показатели		Удобрение											
		P ₅₀ K ₇₅				N ₃₀ P ₅₀ K ₇₅				N ₄₅ P ₅₀ K ₇₅			
		Вика яровая + овес		Вика яровая + пшеница яровая		Вика яровая + овес		Вика яровая + пшеница яровая		Вика яровая + овес		Вика яровая + пшеница яровая	
		ГТК											
		2,97	1,00	1,00	1,30	2,97	1,00	1,00	1,30	2,97	1,00	1,00	1,30
Урожайность, т/га *)		<u>8,41</u> 62	<u>8,54</u> 18	<u>9,17</u> 14	<u>5,96</u> 66	<u>11,11</u> 83	<u>9,08</u> 26	<u>8,07</u> 28	<u>8,85</u> 51	<u>11,64</u> 54	<u>9,19</u> 14	<u>7,50</u> 13	<u>6,40</u> 30
НСР ₀₅ , т/га						0,69	1,44	0,40	1,09				
Сбор протеина, т/га	сырого	1,24	0,74	1,09	0,93	1,92	0,91	0,87	1,06	1,47	1,01	0,77	0,80
	переваримого	0,87	0,38	0,70	0,67	1,43	0,52	0,52	0,68	0,97	0,62	0,45	0,52
Накопление обменной энергии, ГДж/га		80,0	71,4	81,2	57,8	113,0	78,5	70,9	82,6	108,1	81,0	64,8	62,3
Обеспеченность 1 кг сухой массы	сырым протеином, г	147	87	119	156	173	100	108	120	126	110	103	125
	Обменной энергией, МДж	9,51	8,36	8,85	9,70	10,17	8,64	8,79	9,33	9,29	8,81	8,64	9,73

Таблица 4

Влияние предпосевного внесения азота на урожайность сухой массы и показатели продуктивности горохо-злаковых смесей различного состава в условиях изменяющейся влагообеспеченности. 2017-2018 гг.

Показатели		Удобрение																	
		P ₅₀ K ₇₅						N ₃₀ P ₅₀ K ₇₅						N ₄₅ P ₅₀ K ₇₅					
		ГТК																	
		2,97		1,30		2,97		1,30		2,97		1,30							
		Состав смеси																	
		горох Немчиновский 100 + пшеница яровая	горох Немчиновский 50 + пшеница яровая	горох Флора 2 + пшеница яровая	горох Немчиновский 100 + пшеница яровая	горох Немчиновский 50 + пшеница яровая	горох Флора 2 + пшеница яровая	горох Немчиновский 100 + пшеница яровая	горох Немчиновский 50 + пшеница яровая	горох Флора 2 + пшеница яровая	горох Немчиновский 100 + пшеница яровая	горох Немчиновский 50 + пшеница яровая	горох Флора 2 + пшеница яровая	горох Немчиновский 100 + пшеница яровая	горох Немчиновский 50 + пшеница яровая	горох Флора 2 + пшеница яровая	горох Немчиновский 100 + пшеница яровая	горох Немчиновский 50 + пшеница яровая	горох Флора 2 + пшеница яровая
Урожайность, т/га*)		<u>8,01</u> 69	<u>9,52</u> 94	<u>5,50</u> 87	<u>4,84</u> 35	<u>6,47</u> 20	<u>5,83</u> 56	<u>10,96</u> 78	<u>13,78</u> 94	<u>6,21</u> 85	<u>7,11</u> 13	<u>7,15</u> 27	<u>6,99</u> 75	<u>12,96</u> 59	<u>11,91</u> 81	<u>9,38</u> 88	<u>7,82</u> 30	<u>8,13</u> 24	<u>6,82</u> 65
НСР ₀₅ , т/га								1,14	1,29	0,79	0,73	1,56	0,82						
Сбор протеина, т/га	сырого	0,98	1,51	0,80	0,49	0,71	0,68	1,64	2,72	0,90	0,81	0,74	0,82	1,89	2,26	1,41	0,90	0,96	0,87
	переваримого	0,61	1,06	0,54	0,27	0,42	0,41	1,12	2,04	0,61	0,48	0,42	0,53	1,28	1,68	0,97	0,54	0,59	0,56
Накопление обменной энергии, ГДж/га		73,3	94,1	52,8	42,2	52,7	52,8	106,3	47,0	54,6	63,9	62,8	59,3	124,7	125,7	91,0	70,4	73,8	63,2
Обеспеченность 1 кг сухой массы	сырым протеином, г	122	159	146	101	110	117	150	197	145	114	104	117	146	190	150	115	118	128
	Обменной энергией, МДж	9,15	9,88	9,60	8,72	8,14	9,06	9,70	10,67	8,79	8,99	8,78	8,48	9,62	10,55	9,70	9,00	9,08	9,27

Примечание: в знаменателе доля бобового компонента, % (тоже и в таблицах 4-6)

Влияние предпосевного внесения азота на урожайность сухой массы и показатели продуктивности люпино-злаковых смесей различного состава в условиях изменяющейся влагообеспеченности. 2017-2020 гг., 2022-2024 гг.

Состав смеси	ГТК, год	Удобрение							
		Р ₆₀ К ₆₀				N ₅₀ P ₆₀ К ₆₀			
		Показатели							
		Урожайность, т/га *)	Сбор протеина, т/га		Накопление обменной энергии, ГДж/га	Урожайность, т/га *)	Сбор протеина, т/га		Накопление обменной энергии, ГДж/га
			Сырого	Переваримого			Сырого	Переваримого	
Люпин + пшеница яровая НСР ₀₅ , т/га 0,92	2,97-3,02	<u>5,68</u> 30	0,64	0,38	49,4	<u>6,83</u> 19	0,63	0,32	56,6
Люпин + ячмень НСР ₀₅ , т/га 0,55	2017, 2020	<u>5,00</u> 54	0,60	0,37	44,9	<u>6,16</u> 46	0,71	0,43	54,0
Люпин + овес НСР ₀₅ , т/га 0,58		<u>5,00</u> 56	0,58	0,35	44,2	<u>8,00</u> 39	0,91	0,54	71,0
Люпин + пшеница яровая НСР ₀₅ , т/га 0,85	1,27-1,30	<u>7,98</u> 58	1,05	0,69	71,8	<u>9,10</u> 45	0,94	0,53	82,5
Люпин + ячмень НСР ₀₅ , т/га 1,64	2018, 2023	<u>8,18</u> 48	0,94	0,57	72,6	<u>8,79</u> 60	0,88	0,48	74,9
Люпин + овес НСР ₀₅ , т/га 0,44		<u>7,24</u> 72	1,16	0,81	69,9	<u>8,18</u> 44	1,10	0,72	75,6
Люпин + пшеница яровая НСР ₀₅ , т/га 0,58	1,00-1,27	<u>5,43</u> 48	0,84	0,58	51,9	<u>8,18</u> 37	1,39	1,00	80,7
Люпин + ячмень НСР ₀₅ , т/га 0,65	2019, 2022, 2024	<u>5,11</u> 49	0,73	0,49	40,2	<u>7,09</u> 38	1,00	0,67	63,6
Люпин + овес НСР ₀₅ , т/га 0,88		<u>6,92</u> 44	0,98	0,66	65,0	<u>6,29</u> 34	0,96	0,65	60,7

Примечание: в знаменателе доля бобового компонента, % (тоже и в таблицах 4-6)

Таблица 6

Влияние некорневых подкормок биостимуляторами на урожайность сухой массы и продуктивность люпино-злаковых смесей в разных метеорологических условиях

Показатели		Удобрение «А»	2023 г.						2024 г.					
			Некорневые подкормки биостимуляторами, – / + «В»											
			–			+			–			+		
			Люпин + пшеница яровая	Люпин + ячмень	Люпин + овес голозерный	Люпин + пшеница яровая	Люпин + ячмень	Люпин + овес голозерный	Люпин + пшеница яровая	Люпин + ячмень	Люпин + овес голозерный	Люпин + пшеница яровая	Люпин + ячмень	Люпин + овес голозерный
Урожайность, т/га *)		P ₆₀ K ₆₀	<u>7,61</u> 61	<u>8,27</u> 62	<u>6,97</u> 77	<u>9,18</u> 56	<u>9,32</u> 44	<u>8,32</u> 79	<u>6,72</u> 58	<u>7,37</u> 47	<u>6,72</u> 67	<u>5,90</u> 67	<u>7,99</u> 38	<u>6,67</u> 68
		N ₅₀ P ₆₀ K ₆₀	<u>10,62</u> 38	<u>10,18</u> 36	<u>9,19</u> 57	<u>13,11</u> 38	<u>11,75</u> 31	<u>11,40</u> 58	<u>5,68</u> 55	<u>6,32</u> 38	<u>5,76</u> 51	<u>4,50</u> 62	<u>6,91</u> 52	<u>6,38</u> 56
НСР ₀₅ , т/га		A= B=	1,79 1,04	1,64 0,67	0,44 1,06				0,64 0,64	0,80 F _{ф.} >F _т F _{ф.} >F _т	F _{ф.} >F _т F _{ф.} >F _т	для частных различий 0,76		
Сбор протеина, т/га	сырого	P ₆₀ K ₆₀	1,02	0,96	1,20	1,12	0,99	1,43	1,00	0,87	1,02	0,90	0,94	0,96
		N ₅₀ P ₆₀ K ₆₀	1,11	0,99	1,28	1,33	0,92	1,51	0,80	0,72	0,70	0,75	0,86	0,65
	переваримого	P ₆₀ K ₆₀	0,67	0,58	0,87	0,70	0,57	1,03	0,68	0,53	0,70	0,62	0,57	0,65
		N ₅₀ P ₆₀ K ₆₀	0,63	0,53	0,85	0,74	0,40	0,98	0,54	0,43	0,44	0,54	0,54	0,36
Накопление обменной энергии, ГДж/га		P ₆₀ K ₆₀	70,6	73,5	69,9	82,7	81,1	83,3	63,6	65,2	64,0	56,3	70,6	62,4
		N ₅₀ P ₆₀ K ₆₀	92,0	86,7	85,9	112,6	95,6	92,2	52,8	55,3	52,5	44,2	62,0	59,2

Примечание: в знаменателе доля бобового компонента, % (тоже и в таблицах 4-6)

Влияние некорневых подкормок комплексом биостимуляторов с микроэлементами изучали в посевах люпино-злаковых смесей различного состава в 2023 и 2024 годах. В умеренно засушливых условиях, но при благоприятном распределении осадков (2023 г) их трехкратное применение (4-6 настоящих листьев, бутонизация – начало цветения, образование бобов) способствовало формированию 8,32-13,11 т/га сухой массы в зависимости от состава и удобрений, что было на 13-24% выше аналогичных значений без их внесения. Эффективность некорневых подкормок по влиянию на урожайность сухой массы проявляла тенденцию к увеличению на фоне $N_{50}P_{60}K_{60}$ (+2-5%) к величинам в варианте $P_{60}K_{60}$ (табл. 6).

Их влияние на продуктивность различалось в зависимости от видосортového состава смешанных посевов. Смеси люпина с яровой пшеницей и с овсом повышали накопление протеина и энергии в урожае в среднем по вариантам удобрения на 11-20% и на 13-18%, соответственно. В тоже время, у смеси люпина с ячменем проявлялась тенденция снижения сбора сырого и переваримого протеина соответственно на 2% и 12%, но увеличивалось накопление обменной энергии на 10%.

Следует обратить внимание и на противоположный характер воздействия азотного удобрения на эффективность биостимуляторов по накоплению протеина и энергии в надземной массе в зависимости от ее состава. Если в смешанном посеве люпина с яровой пшеницей эффективность агроприема увеличивалась на фоне азота на 5-14% в зависимости от показателя, то у смеси люпина с овсом проявлялась тенденция к снижению от 1-3% до 12%. Аналогичные изменения по влиянию на накопление протеина отмечались и в смешанном посеве люпина с ячменем.

В целом, в варианте комплексного использования удобрений и биостимуляторов ($N_{50}P_{60}K_{60}$) + некорневые подкормки) урожайность сухой массы и показатели продуктивности смеси люпина с яровой пшеницей достигали максимальных значений 13,11 т/га, 1,33 т/га, 0,74 т/га и 112,6 ГДж, у смеси люпина с овсом – 11,40 т/га, 1,51 т/га, 0,98 т/га и 92,2 ГДж/га. Они превышали уровень контроля ($P_{60}K_{60}$ без подкормок) на 72, 30, 10 и 60%, на 64, 26, 13 и 32% соответственно. В смешанном посеве люпина с ячменем оптимальным сочетанием следует считать $N_{50}P_{60}K_{60}$ без некорневых подкормок, где урожайность сухой массы составляла 10,18 т/га, сбор протеина 0,99 и 0,53 т/га накопление энергии 86,7 ГДж/га (табл. 6).

В близких к средним многолетним условиям увлажнения 2024 года (1,27), но при сильном проявлении засушливости в период образования и налива бобов (ГТК 0,20 против 1,62 по норме) урожайность сухой массы люпино-злаковых смесей уменьшалась в 1,2-1,5 раза в сравнении с результатами предыдущего года. Положительное влияние некорневых подкормок биостимуляторами проявлялось только в смешанном посеве люпина с ячменем. Сбор сухой массы при этом увеличивался в среднем на 8%, накопление сырого протеина на 13%, переваримого на 17%, обменной энергии на 10%. На фоне предпосевного внесения азота проявлялась тенденция роста прибавок на 1% по урожайности и на 4% по накоплению обменной энергии или от +8% до +9% и +12% соответственно, но в значительно большей степени – по накоплению сырого и переваримого протеина от +8% до +19% и от +8% до +26% или на 8% и 18% соответственно, что возможно обусловлено положительным влиянием некорневых подкормок на долю люпина в сухой массе, которая при этом увеличивалась с 38% до 52%. По оптимальному сочетанию факторов урожайность сухой массы составила 6,91 т/га сбор сырого протеина 0,94 т/га, переваримого 0,54 т/га, накопление обменной энергии 62,0 ГДж/га (табл. 6).

Смеси люпина с яровой пшеницей и с овсом, как правило, отрицательно реагировали на использование биостимуляторов и продуктивность максимального уровня, формировали без некорневых подкормок стимулирующими препаратами на естественном азотном фоне ($P_{60}K_{60}$). Уменьшение сбора сухой массы от некорневых подкормок находилось в пределах от 1% до 12%, накопление сырого протеина от 6% до 7%, переваримого – от 7% до 9%, обменной энергии от 2% до 12%. В соответствии с изложенными тенденциями максимальный уровень продуктивности этих смесей находился в пределах 6-7 т/га

Таким образом, реакция люпино-злаковых смесей на применение некорневых подкормок биостимуляторами с микроэлементами как при благоприятном, так и не благоприятном распределении осадков в течение формирования укосной массы, носила в целом противоречивый характер, что не позволяет сделать однозначный выбор в пользу или против этого элемента агротехнологии. Поэтому исследования будут продолжены на большем числе вариантов смешанных посевов и стимулирующих препаратов как химической, так и органической природы.

Заключение

На среднесуглинистой дерново-подзолистой почве Центрального Нечерноземья с достаточной (IV-V класс) обеспеченностью пахотного (0-20 см) слоя фосфорно-калийным питанием в условиях изменяющегося климата повышение продуктивности и стабилизации на более высоком уровне полевого кормопроизводства региона может быть достигнуто расширением видового разнообразия однолетних бобово-злаковых агроценозов за счет увеличения площадей посева люпина узколистного в смеси с яровыми зерновыми, которые на фоне предпосевного внесения азота в широком диапазоне метеорологических условий (ГТК 1,20-3,07) обеспечивали сбор сухой сенажной массы в пределах 7-9 т/га, выход протеина 0,70-1,39 т/га, обменной энергии 70-82 ГДж/га, в то время, как традиционные смеси с участием вики яровой и гороха максимальную продуктивность создавали только в условиях высокого или избыточного увлажнения и снижали ее на 30-60% в зависимости от показателя с усилением засушливости.

Изучение эффективности некорневых подкормок биостимуляторами и антистрессами требует продолжения в иных метеорологических условиях в расширенном составе компонентов и препаративных форм.

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 1023081800008-1-4.1.6-4.1.6; «Разработка адаптивной системы производства кормов для обеспечения реализации генетического потенциала зебувидного типа черно-пестрой породы крупного рогатого скота, основанной на интеграции полевого и лугопастбищного кормопроизводства в условиях Истринского района Московской области» № регистрации 123120600005-2.

Литература

1. IPCC. (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. P. 42.
2. Павлова В. Н., Сиротенко О.Д. Наблюдаемые изменения климата и динамика продуктивности сельского хозяйства России. // Труды главной геофизической обсерватории имени А.И. Воейкова. – 2012 – № 565 – С. 132-151.
3. Москалева В.Л., Мельникова О.В. Агроэкологическая роль однолетних бобово-злаковых фитоценозов в системе биологизации земледелия. // Проблемы агрохимии и экологии. – 2011 – №2 – С. 42-45.
4. Конончук В.В., Тимошенко С.М., Назарова Т.О., Штырхунов В.Д., Тулинова Е.А., Никиточкин Д.Н., Беляев Е.В. Люпино-злаковые смеси на зерно в Центральном Нечерноземье: погода, элементы агротехнологии, продуктивность // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2023. – № 2 (46). – С. 96-106.
5. Адиньяев Э.Д. и др. Некоторые приемы повышения продуктивности зернобобовых культур // Аграрный вестник Урала. – 2007. – № 6 (42). – С. 61-64.

6. Ятчук П.В., Зубарева К.Ю., Расулова В.А., Биостимуляторы и микроудобрения, их роль в повышении продуктивности и качества семян гороха. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 4 (36). – С. 30-35. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11201

References

1. IPCC. (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. P. 42.
2. Pavlova V.N., Sirotenko O.D. Observed climate changes and productivity dynamics of agriculture in Russia. Proceedings of the Main Geophysical Observatory named after A. I. Voeikov. 2012, No. 565, pp. 132-151.
3. Moskaleva V.L., Melnikova O.V. Agroecological role of annual legume-cereal phytocenoses in the system of biologization of agriculture. *Problems of agrochemistry and ecology*. 2011, No. 2, pp. 42-45.
4. Kononchuk V.V., Timoshenko S.M., Nazarova T.O., Shtyrkhunov V.D., Tulinova E.A., Nikitochkin D.N., Belyaev E.V. Lupine-cereal mixtures for grain in the Central Non-Black Earth Region: weather, elements of agricultural technology, productivity. *Zernobobovye i krupânye kultury*. 2023, No. 2 (46), pp. 96-106.
5. Adinyaev E.D. et al. Some methods for increasing the productivity of leguminous crops. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2007, No. 6 (42), pp. 61-64.
6. Yatchuk P.V., Zubareva K.Yu., Rasulova V.A., Biostimulants and microfertilizers, their role in increasing the productivity and quality of pea seeds. *Zernobobovye i krupânye kultury*. 2020, No. 4 (36), pp.30-35. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11201

ГОЛОЗЕРНЫЙ ОВЕС, ЕГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ СВОЙСТВА

М.А. КУЗЬМИЧ, доктор сельскохозяйственных наук, E-mail: m-kuzmich@yandex.ru
Н.А. ДЯТЛОВА*, старший научный сотрудник, E-mail: dyatlova-na@mail.ru
Н.М. ВЛАСЕНКО, кандидат сельскохозяйственных наук, E-mail: ovesmoskov@yandex.ru
Л.С. КУЗЬМИЧ, кандидат биологических наук
Е.В. СОБОЛЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук
О.П. КОНДРАТЬЕВА, старший научный сотрудник
С.Е. МИХАЛИН, кандидат сельскохозяйственных наук
Я.Е. ВИЛЬХОВОЙ, младший научный сотрудник

ФГБНУ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «НЕМЧИНОВКА»
*ТУЛЬСКИЙ НИИСХ – ФИЛИАЛ ФИЦ «НЕМЧИНОВКА»

Аннотация. Обобщены результаты исследований с линиями голозерного овса селекции ФИЦ «Немчиновка» за 2020-2024 гг. Установлено, что наибольшей урожайностью и селекционной ценностью обладает линия 2/3h2267, что дало основание приступить к её регистрации в качестве сорта. Натура зерна всех голозерных линий значительно превышала требования, предъявляемые к пленчатому овсу на 50-70 г/л. Зерно одних и тех же линий, выращенных в условиях Тульской области, содержало больше белка и меньше крахмала, чем в Московской. Отмечена также тенденция повышения в зерне из Тулы жира с 8,4% до 9,2%. Содержание β -глюканов в зерне существенно изменялось в зависимости как от сорта, так и от места выращивания.

Ключевые слова: голозерный овес, пленчатый овес, протеин, крахмал, β -глюкан, крупяные свойства.

Для цитирования: Кузьмич М.А., Дятлова Н.А., Власенко Н.М., Кузьмич Л.С., Соболева Е.В., Кондратьева О.П., Михалин С.Е., Вильховой Я.Е. Голозерный овес, его технологические особенности и потребительские свойства *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2025. 3(55):80-87. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-3-80-87

NAKED OATS, THEIR TECHNOLOGICAL FEATURES AND CONSUMER PROPERTIES

**M.A. Kuz'mich, N. A. Dyatlova*, N.M. Vlasenko, L.S. Kuz'mich,
E.V. Soboleva, O.P. Kondrat'eva, S.E. Mikhalin, Ya.E. Vil'khovoi**

FSBSI FEDERAL RESEARCH CENTER «NEMCHINOVKA»
*TULA RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE – BRANCH OF FSBSI FRC
«NEMCHINOVKA»

Abstract: The results of research with lines of naked oats breeding FRC “Nemchinovka” for 2020-2024 are summarized. It was found that the line 2/3h2267 has the highest yield and breeding value, which gave grounds to proceed to its registration as a variety. Grain unit of all naked oats lines significantly exceeded the requirements for filmy oats by 50-70 g/l. Grain of the same lines grown under the conditions of Tula region contained more protein and less starch than in Moscow region. There was also a tendency to increase the fat content in grain from Tula from 8.4% to 9.2%. The content of β -glucans in grain varied significantly depending on both variety and place of cultivation.

Keywords: naked oats, filmy oats, protein, starch, β -glucan, cereal properties.

Введение

Последние несколько десятилетий в нашей стране, также как и во всем мире, снизилось потребление зерна овса для кормления животных. Более урожайные пшеница, кукуруза и ячмень заменили овес. Площади выращивания и получения объемов производимого зерна стабилизировались, поэтому овес все чаще стали называть нишевой культурой. При этом неизменной осталась доля использования его в продовольственных целях. Сегодня, продукты из овса позиционируются как элемент здорового питания благодаря высокому содержанию белков с хорошим аминокислотным составом и высоким содержанием пищевых волокон. Овсяные каши относятся к группе наиболее популярных продуктов для разновозрастных групп населения. Добавление овсяной муки к пшеничной повышает питательную ценность хлеба. Переработка зерна пленчатого овса для получения пищевых продуктов сопряжена с удалением цветочной пленки, доля которой составляет не менее 35%. С учетом потерь ядра при шелушении выход товарного продукта падает ниже 50%, что существенно ухудшает экономические показатели [1]. Поэтому расширение объемов производства зерна голозерного овса может кардинально снизить себестоимость продуктов питания на его основе. В связи с этим, закономерно возникает вопрос о качестве новых продуктов, получаемых из голозерных форм овса. В предшествующих исследованиях мы сравнили урожайность сортов и линий пленчатого и голозерного овса нашей селекции. Результаты показали, что пленчатые овсы из коллекции ФИЦ «Немчиновка» пока более урожайные, чем голозерные [2]. В среднем по коллекции преимущество по урожайности достигало 29%. С учетом более высоких показателей по качеству зерна голозерного овса, разница в сборе с 1 га белка уменьшилась до 19%, жира до 24%, а крахмала – 14%. Технические условия на овсяную крупу указывают, что она вырабатывается из сортов пленчатого овса. Это является сдерживающим фактором в использовании зерна сортов голозерного овса. Поэтому, изучение качества голозерных сортов овса позволит обосновать требования к его зерну и усовершенствовать нормативную базу для выпуска новых пищевых продуктов на его основе.

Цель исследований – изучить продуктивность, состав и технологические свойства зерна линий голозерного овса селекции ФИЦ «Немчиновка» и дать предложения по их внедрению в производство

Материалы и методы исследований

Полевые опыты были заложены на выщелоченном среднесуглинистом черноземе Тульской области в 2020-2024 гг. на полях Тульского НИИСХ – филиала ФИЦ «Немчиновка». Почва опытного участка по обеспеченности растений основными элементами питания имела следующие показатели: гумус (по Тюрину) - 5,9 %, содержание нитратного азота - низкое (5,7 мг/кг), высокая обеспеченность (по Кирсанову) подвижным фосфором – 192 мг/ кг и повышенная калием - 130 мг/кг. Реакция почвенной среды близкая к нейтральной, $pH_{КС1}$ – 5,6. Предшественником был картофель (2020 г). Обработку зяби выполняли закрытием влаги боронованием с последующей культивацией (глубина до 10 см) и внесением 34,5 кг азота в форме аммиачной селитры. Семена перед посевом обрабатывали фунгицидом Шансил трио. Овёс высевали сеялкой СН-16М на делянках площадью 20 м² в 4-кратной повторности. Норма высева 4 – 4,5 млн всхожих семян на гектар сплошным, рядовым способом. Опытные делянки убирали селекционным комбайном Wintersteiger. Содержание азота определяли на автоматическом анализаторе KjeltakAuto 1030 Analyzer, а белки, жиры, крахмал, клетчатку и β -глюканов – на ИК-анализаторе SpectraStar 2600 XT. Перед исследованием крупяных свойств зерно пропускали на галендре Satake в течение 1 минуты, что позволяло полностью удалить, так называемую бородку – целлюлозную часть зерновки.

Результаты и их обсуждение

Урожайные данные по линиям голозерного овса представлены в таблице 1.

Урожайность овса голозёрного, т/га

№ п/п	Сорт, линия	2020	2021	2022	2023	2024	Среднее	К-т вариации, %
1	Немчиновск. 61 st	2,31	1,73	1,86	2,75	1,29	1,99	28,2
2	16h2476	3,44	1,96	1,97	2,62	1,26	2,25	36,5
3	2h2532	2,30	1,57	1,88	2,40	1,13	1,86	28,3
4	24h2467	1,78	1,35	1,87	2,38	1,27	1,73	25,9
5	57h2396 (Э)	2,47	1,78	2,13	2,24	1,12	1,95	27,0
6	2/3h2267	3,20	2,11	2,83	-	-	2,71	-
7	2h2348	2,46	1,68	2,00	2,33	0,93	1,88	32,5
8	54h2476	1,57	1,67	2,37	2,24	1,03	1,78	30,6
9	50h2613	2,28	1,88	2,21	2,40	1,03	1,96	28,3
10	66h2618	2,46	1,84	2,24	2,26	1,27	2,01	21,8
Среднее		2,43	1,76	2,14	2,49	1,18	2,00	28,8

Урожайность по опыту в среднем за 5 лет составила 2 т/га. По данным Росстата средняя урожайность его в нашей стране с 2010 по 2023 год составила всего 1,72 т/га. Этот показатель ниже, в сравнении с яровой пшеницей, сбор которой с 1 га в том же 2023 году достиг 2,14 т/га. Отчетность по обеим формам овса отдельно не ведется, также как нет опубликованных статистических данных и об уровне применения удобрений под эту культуру. Как правило, овес является культурой, замыкающей севооборот. Удобрения под него если и вносят, то в небольших дозах. Низкая требовательность к условиям возделывания, а также мощная корневая система, эффективно использующая плодородие почв, оставшееся после предшественника, позволяет овсу вполне успешно конкурировать с другими, более требовательными к таким условиям культурами. Поэтому, получение 2 т зерна с га в нашем опыте можно признать приемлемым результатом.

По средней урожайности стандарт превысили два образца – линия 16h2476 (обр. №2) и линия 2/3h2267 (обр. №6) на 0,26 т/га (13,1%) и 0,74 т/га (37,6%) соответственно. Линия 2/3h2267 (обр. №6) с 2023 г. в экологическое испытание не включалась, т.к. к тому времени была передана на госсортоиспытание, ведется работа по её регистрации в качестве сорта. Поэтому статистическая обработка проведена по этой линии отдельно и по основному массиву данных за 5 лет без неё.

Отбор на урожайность с учетом стабильности по годам требует определенного селекционного критерия, позволяющего одновременно оценить в генотипе продуктивность и стабильность; такой критерий исторически получил название «селекционная ценность генотипа» (СЦГ). Нами была проведена оценка СЦГ по методике А.В. Кильчевского и Л.В. Хотылевой (1997). Результаты этой обработки представлены в таблице 2.

Переданная на госсортоиспытание линия 2/3h2267 (обр. № 6) по трехлетним данным обладала высоким значением СЦГ и превысила по данному критерию стандарт (1,24 против 1,16 ед.).

Превосходившая по урожайности стандарт линия 16h2476 (обр. №2) оказалась с наибольшей вариацией по годам в опыте, относительная стабильность опыта (коэффициент вариации) составил 36,5%, при средней вариации по опыту 28,8%. СЦГ данной линии также оказалась в опыте минимальной – 0,82 ед. С другой стороны, это может свидетельствовать о высокой отзывчивости генотипа на улучшение среды (сортовая технология). Из оставшихся образцов интерес представляют линии 57h2396 и 50h2613 (5 и 9 варианты) урожайность которых и селекционная ценность практически идентичны стандарту.

Таблица 2

Параметры адаптивной способности и стабильности линий овса

№ п/п	Сорт, линия	Средняя урожайность, т/га	Эффект сорта (ОАС _i), т/га	От. стабильность генотипа, % к ср. по сорту/линии	Селекционная ценность генотипа
1	Немчиновский 61 st.	1,99	0,07	28,2	1,01
2	16h2476	2,25	0,33	36,5	0,82
3	2h2532	1,86	-0,06	28,3	0,94
4	52h2467	1,73	-0,19	25,9	0,95
5	57h2396 (Э)	1,95	0,03	27,0	1,03
7	2h2348	1,88	-0,04	32,5	0,82
8	54h2476	1,78	-0,14	30,6	0,83
9	50h2613	1,96	0,04	28,3	1,00
10	66h2618	1,87	-0,05	21,8	1,16
Среднее по опыту		1,92			
<i>По трехлетним данным (приведены данные по двум образцам):</i>					
1	Немчиновский 61 st.	1,97	-0,12	15,5	1,16
6	2/3h2267	2,71	0,63	20,4	1,24
Среднее по опыту		2,08			

Требования к зерну овса в настоящее время регламентируется ГОСТ 28673-2019, которые разработаны только для пленчатых форм. Зерно должно иметь натуру не менее 550 г/л. В годы наблюдений показатели всех линий голозерного овса превышали 600 г/литр, что выше отмеченных технических условий на 50-70 г/л (табл. 3). Эти результаты, хоть и немногочисленные, позволяют, рассчитывать на определение для голозерного овса показателя натуры зерна в 650 г/литр, что выше установленного предела для пленчатого овса.

Таблица 3

Натура зерна, г/л

№ п/п	Сорт, линия	2020	2021	2022	2023	2024	Среднее	Коеф. вариации, %
1	Немчиновский 61 st	600	607	624	605	615	610,2	1,5
2	16h2476	625	605	619	597	615	612,2	1,8
3	2h2532	620	617	619	630	635	624,2	1,3
4	52h2467	625	600	624	620	610	615,8	1,7
5	57h2396 (Э)	580	620	630	598	610	607,6	3,2
6	2/3h2267	640	627	629	-	-	632,0	-
7	2h2348	610	607	614	598	600	605,8	1,1
8	54h2476	620	615	625	610	615	617,0	0,8
9	50h2613	625	612	627	620	635	623,8	1,4
10	66h2618	-	612	622	605	620	614,8	1,2
В среднем		616,1	612,2	623,3	609,2	617,2	616,3	1,6

В таблице 4 представлены данные, полученные при анализе образцов овса, выращенные в конкурсном сортоиспытании на дерново-подзолистой почве ФИЦ «Немчиновка» в Московской области и экологическом сортоиспытании в Тульском НИИСХ

– филиале ФИЦ «Немчиновка». Расстояние между этими двумя пунктами по прямой линии находится в пределах 250 км. Несмотря на то, что в данной таблице представлены только однолетние данные, они отражают общеизвестную тенденцию – с перемещением места возделывания на юг в зерне, как правило, повышается массовая доля белка. Это обусловлено повышением уровня плодородия почв, в первую очередь обеспеченностью азотом, а также более высокой суммой положительных температур, что ускоряет процесс синтеза белка. Содержание в зерне крахмала, также как и его соотношение к белку в зерне из Тульской области заметно ниже, чем в зерне из Московской области. Следует отметить, что многолетние данные по анализу зерна озимой и яровой пшеницы, тритикале, ржи, ячменя и овса, полученные в лаборатории технологии и биохимии зерна ФИЦ «Немчиновка», также подтвердили лидерство овса по наиболее узкому соотношению крахмал/белок. Поэтому продукты из овса имеют предпочтение при использовании его для питания лиц с нарушениями углеводного обмена. Следует отметить, что овес также отнесен к группе безглютеновых ингредиентов (содержащих менее 20 ppm), что делает эту культуру привлекательной для диетического питания. Последнее время при оценке качества продуктов питания все больше внимания уделяется не только традиционным показателям – белку, углеводам и витаминам, но также некоторым функциональным свойствам, обусловленных содержанием пищевых волокон. Современные представления о их роли связывают с формированием иммунитета человека за счет развития микробиоты и нормализации функционирования кишечника. Физиологические функции различных пищевых волокон в значительной степени зависят от их физико-химических характеристик, главной из которых является растворимость. Это касается, в первую очередь, содержания β -глюканов, обладающих повышенной вязкостью [3]. Этот полисахарид состоит из D-глюкозы, связанной β -гликозидной связью, и является основным структурным компонентом стенок растительных клеток. Зерновые культуры являются основным источником диетического β -глюкана. Овес и ячмень являются лидерами по содержанию β -глюканов. Литературных данных по содержанию некрахмалистых полисахаридов в зерне овса мало, и они противоречивы [4, 5, 6]. По одним данным, голозерность у овса обуславливает изменения в накоплении питательных и антипитательных веществ в зерне. При существенном накоплении белка и крахмала содержание клетчатки снижалось в несколько раз, возрастали переваримость протеина и количество минеральных веществ. По другим данным изучение сортов овса различного географического происхождения не обнаружило заметного преимущества голозерных образцов по сравнению с пленчатыми по содержанию β -глюканов в зерне. Полученные нами данные показывают, что общее содержание пищевых волокон практически не меняется в зависимости от места выращивания. Однако количество β -глюканов в зерне из Тулы заметно выше, чем в зерне из Московской области. При этом, получены также существенные различия по содержанию этого полисахарида в зависимости от сорта. Учитывая, что это краткосрочные данные, для более убедительных выводов эти исследования целесообразно продолжить. Общее содержание жира в зерне голозерного овса было достаточно высоким и приближалось к 10% в отдельных образцах. Сохранилось также небольшое превосходство по этому показателю в зерне, выращенного в Тульском регионе.

Для изучения крупяных свойств голозерного овса использовали несколько образцов зерна урожая 2023 г. Перед выработкой крупы из любого зерна предварительно удаляют плодовые и семенные оболочки, а также полностью или частично алейроновый слой. Ядро пленчатого овса после удаления цветочной пленки также необходимо обрабатывать, так как на нем остается, называемая бородка, состоящая из целлюлозы.

Изменение показателей качества зерна овса в зависимости от места выращивания, % (2024 г.)

№ п/п	Сорт, линия	Белок		Крахмал		Отношение крахмал/белок		Жир		Клетчатка		β-глюканы		
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1*	1	2
1	Немчиновский 61 st	13,8	14,9	54	43	3,9	2,9	8,3	10,1	8,6	8,8	5,5	8,4	6,4
2	16h2476	14,7	14,9	45	42	3,1	2,8	8,7	8,5	9,5	8,3	5,6	8,0	9,5
3	2h2532	16,1	16,9	40	37	2,7	2,2	7,7	9,0	8,2	8,0	4,9	7,2	7,6
4	52h2467	13,4	15,9	54	40	4,0	2,5	9,4	9,5	8,4	8,4	5,2	7,7	7,9
5	4h 2776	15,4	15,6	47	42	3,1	2,7	7,7	8,7	8,7	8,1	4,5	-	7,8
6	38h 2773	13,8	15,6	47	39	3,4	2,5	8,8	9,1	9,5	8,6	5,2	-	7,8
В среднем		14,5	15,6	47,8	40,5	3,3	2,6	8,4	9,2	8,8	8,4	5,2	7,8	7,8

1* - данные при возделывании в 2023 г., ФИЦ «Немчиновка»;

1 - данные при возделывании в 2024 г., ФИЦ «Немчиновка»;

2 - данные при возделывании в 2024 г., Тульский НИИСХ.

В наших условиях, после так называемого обдира в течение 1 минуты, ядро пленчатого овса Яков теряло на 5-10% оболочки больше, в сравнении с голозерными овсами (табл. 5).

Таблица 5

Качество крупы из голозерного овса (урожай 2023 г.)

№	Сорт, линия	Выход крупы после обдира, %	Консистенция каши	Цвет каши	Коэфф. разваримости	Вкусовой балл
1	Ядро пленч. овса сорт Яков, st	80,4	Полувязкая	Кремовая	3,9	4,0
2	Немчиновский 61	91,2	Вязкая	Кремовая с коричневой	3,6	4,3
3	Азиль	89,2	Вязкая	Кремовая	4,0	4,0
4	Парвиз	84,8	Вязкая	Кремовая с коричневой	3,9	4,5

Можно предположить, что это связано с меньшей плотностью зерновки этого сорта. Следует отметить, что технология удаления пленок постоянно совершенствуется, поэтому полученные нами показатели на серийном оборудовании могут быть значительно улучшены [7]. Существует несколько подходов при оценке крупяных свойств зерна. Мы использовали Методику государственного сортоиспытания (1983). Навеска крупы 20 г, количество воды 70 мл, время приготовления 70 минут. Качества каши оценивали по её консистенции и степени развариваемости.

Единственным значимым различием между изучаемыми образцами была вязкость каши. У образцов голозерного овса она однозначно была выше. Вероятными причинами можно назвать более высокое содержание у голозерных овсов β -глюканов, обладающих высокой вязкостью. Кроме того, на консистенцию каши мог повлиять состав белков. Исследование белков различных форм овса показало, что белковый комплекс зерна у пленчатых сортов овса был представлен в основном низкомолекулярными белками (альбумины + глобулины) (38,8-40,7%); у голозерных форм преобладали высокомолекулярные белки глютенины – (47,33-50,40%) [4]. Высокий молекулярный вес белков также может способствовать повышенной вязкости продуктов из зерна голозерных форм.

Заключение

Результаты проведенных исследований дали основание рекомендовать для внедрения в производство и регистрации в качестве сортов линии 2/3h2267 и 16h2476. После дополнительных исследований целесообразно рассмотреть перспективу внедрения линий 57h2396 и 50h2613.

Качество зерна линий голозерного овса по содержанию белка, жира, клетчатки и β -глюканов превосходит зерно пленчатого овса. Каши из сортов голозерного овса разваривались практически также как из пленчатого овса, имели более вязкую консистенцию и обладали высоким вкусовым баллом.

Литература

1. Ушаков Т.И., Чиркова Л.В. Овес и продукты его переработки. // Хлебопродукты. – 2015. – № 11. – С. 49-52.
2. Кузьмич. М. А., Дятлова Н.А., Кузьмич Л.С. Продуктивность и качество зерна новых линий пленчатого и голозерного овса. //Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – № 2 (38). – С. 129-136. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-2-129-136
3. Zhi-Wei Guan, En-Ze Yu and Qiang Feng. Soluble Dietary Fiber, One of the Most Important Nutrients for the Gut Microbiota. Molecules. – 2021. – 26(22), – 6802

4. Козлова Г.Я., Акимова О.В. Сравнительная оценка голозерных и пленчатых сортов овса по основным показателям качества зерна. // Сельскохозяйственная биология. – 2009. – № 5. – С. 87-89
5. Полонский В.И., Сурин Н.А., Герасимов С.А., Липшин А.Г., Сумина А.В., Зюте С. Изучение сортов овса (*Avena Sativa* L.) различного географического происхождения по качеству зерна и продуктивности. //Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2019. – 23(6). – С. 683-690
6. Лоскутов И.Г., Полонский В.И. Селекция на содержание β -глюканов в зерне овса как перспективное направление для получения продуктов здорового питания, сырья и фуража (обзор). //Сельскохозяйственная биология. – 2017. – Т. 52, – С. 646-657.
7. Сац С.М., Кустов И.А. Производство овсяных круп из голозерного овса. // Материалы XIV международной научно-практической конференции «Современные проблемы техники и технологии пищевых производств». – 2019. – Т. 29. – С. 199-201.

References

1. Ushakov T.I., Chirkova L.V. Oats and oat products. *Khleboprodukty*, 2015, no. 11, pp.49-52. (in Russian)
2. Kuz'mich M. A., Dyatlova N.A., Kuz'mich L.S. Productivity and grain quality of new lines of filmy and naked oats. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2021, no. 2 (38), pp. 129-136. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-2-129-136 (in Russian)
3. Zhi-Wei Guan, En-Ze Yu and Qiang Feng. Soluble Dietary Fiber, One of the Most Important Nutrients for the Gut Microbiota. *Molecules*. 2021. 26(22), 6802
4. Kozlova G.Ya., Akimova O.V. Comparative evaluation of naked oats and filmy oats varieties by main grain quality indicators. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*. 2009, no. 5, pp. 87 - 89 (in Russian)
5. Polonskii V.I., Surin N.A., Gerasimov S.A., Lipshin A.G., Sumina A.V., Zyute S. Study of oat (*Avena Sativa* L.) varieties of different geographical origin on grain quality and productivity. *Vavilovskii zhurnal genetiki i seleksii*. 2019, no.23(6), pp.683-690 (in Russian)
6. Loskutov I.G., Polonskii V.I. Breeding for β -glucan content in oat grain as a promising direction for healthy food products, raw materials and forage (review). *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya* 2017, v. 52, no.4, pp. 646-657. (in Russian)
7. Sats S.M., Kustov I.A. Production of oat groats from naked oats. Materials of XIV International Scientific and Practical Conference “Modern problems of engineering and technology of food production”. 2019, v. 29, pp. 199-201. (in Russian)

УРОЖАЙНОСТЬ ЯЧМЕНЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ЧЕРНОЗЁМА ТИПИЧНОГО И СРЕДСТВ ИНТЕНСИФИКАЦИИ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ

В.А. ВОРОНЦОВ, кандидат сельскохозяйственных наук,
<https://orcid.org/0000-0001-8549-1301>

Ю.П. СКОРОЧКИН, кандидат сельскохозяйственных наук,
<https://orcid.org/0000-0002-1717-5638>. E-mail: yskorochkin@mail.ru

ТАМБОВСКИЙ НИИСХ – ФИЛИАЛ ФГБНУ «ФНЦ ИМЕНИ И.В. МИЧУРИНА»

Аннотация. Исследования проводили в 2021-2024 годы с целью оценки влияния на урожайность ярового ячменя в зернопаровом севообороте приёмов основной обработки почвы, уровня удобренности и гербицидов. Стационарный опыт заложен всеми полями одновременно на чернозёме типичном тяжёлосуглинистом с содержанием гумуса (по Тюрину) в слое 0-30 см 6,8-7,0%. В четырёхпольном севообороте ячмень размещали после сои. В опыте изучали три фактора: приёмы основной обработки почвы, дозы удобрений и гербициды. Применение ресурсосберегающих приёмов основной обработки почвы, поверхностной (дискование на 10-12 см) и безотвальной на глубину 20-22 см приводило к снижению урожайности ячменя на 0,11 и 0,21 т/га, среднее за 2021-2024 гг. Использование данных приёмов при комбинированных системах обработки почвы в севооборотах существенно не повлияло на урожайность культуры. В то же время в острозасушливом 2024 году на фоне ресурсосберегающих приёмов отмечено существенное снижение урожайности по отношению к вспашке, на 0,19-0,39 т/га. Применение удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ обеспечило прибавку урожайности, в среднем по вариантам опыта, на 0,82 т/га, на фоне $N_{30}P_{30}K_{30}$ прибавка составила – 0,47 т/га. Применение гербицидов обеспечило повышение урожайности ячменя, без учёта приёмов обработки почвы и удобрений, на 0,39 т/га. Максимальную прибавку в опыте обеспечивало комплексное применение средств интенсификации (удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ и гербицидов) – 1,20 т/га.

Ключевые слова: ячмень, обработка почвы, удобрения, гербициды, урожайность.

Для цитирования: Воронцов В.А., Скорочкин Ю.П. Урожайность ячменя в зависимости от основной обработки чернозёма типичного и средств интенсификации в условиях Центрального Черноземья. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2025; 3(55):88-93. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-3-88-93

YIELD OF BARLEY DEPENDING ON THE MAIN TREATMENT OF TYPICAL CHERNOZEM AND INTENSIFICATION MEANS IN THE CONDITIONS OF THE CENTRAL CHERNOZEM REGION

V.A. Vorontsov, Yu.P. Skorochkin

TAMBOV RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE – BRANCH OF THE I.V. MICHURIN
FEDERAL RESEARCH CENTER

Abstract: The research was conducted in 2021-2024 to assess the impact of spring barley cultivation in a grain-fallow crop rotation on the yield of spring barley, as well as the effects of basic soil tillage, fertilization levels, and herbicides. The stationary experiment was conducted simultaneously in all fields on a typical heavy loamy black soil with a humus content (according to Tyurin) of 6.8-7.0% in the 0-30 cm layer. In the four-field crop rotation, barley was planted after soybeans. The experiment studied three factors: methods of basic tillage, fertilizer doses, and

herbicides. The use of resource-saving methods of basic tillage, surface tillage (disk tillage at 10-12 cm), and no-till tillage at a depth of 20-22 cm led to a decrease in barley yield by 0.11 and 0.21 t/ha, respectively, averaged over 2021-2024. The use of these methods in combined soil cultivation systems in crop rotations did not significantly affect the crop yield. However, in the severely dry year of 2024, a significant decrease in yield compared to plowing was observed, ranging from 0.19 to 0.39 t/ha. The use of fertilizers at a dose of $N_{60} P_{60} K_{60}$ provided an increase in yield, on average, by 0.82 t/ha, compared to $N_{30} P_{30} K_{30}$, which provided an increase of 0.47 t/ha. The use of increased the yield of barley by 0.39 t/ha, regardless of soil cultivation and fertilizer use. The maximum increase in the experiment was achieved by the combined use of intensification tools (fertilizers at a dose of $N_{60} P_{60} K_{60}$ and herbicides) – 1.20 t/ha.

Keywords: barley, soil cultivation, fertilizers, herbicides, yield.

Введение. Ячмень в сельскохозяйственных предприятиях Тамбовской области в последние годы занимает в структуре посевных площадей зерновых и зернобобовых культур 16-20% при варьировании урожайности от 30 до 42 ц/га. Ячмень служит одним и обязательных компонентов различных типов севооборотов, которые используются в сельскохозяйственном производстве региона [1].

Урожайность сельскохозяйственных культур, в том числе и ячменя, связана с технологиями возделывания, обеспечивающих повышение уровня производительности и производимой продукции, а также окупаемость затрат и устойчивость производства [2].

Оптимизация технологических приёмов при возделывании ячменя важна применительно к конкретным почвенно-климатическим условиям. В технологии возделывания ячменя большое значение имеет основная обработка почвы. Как повышение её интенсивности, так и чрезмерная минимизация могут приводить к ухудшению плодородия, выражающейся в усилении процесса минерализации органического вещества почвы и концентрации питательных элементов в верхнем слое, что негативно сказывается на урожайности и экономических показателях [3-5].

Ячмень положительно реагирует на внесение удобрений [6, 7]. В тоже время существует опасность полегания посевов во влажные годы, что может отрицательно сказаться на урожайности культуры. Поэтому целесообразно оптимизировать систему питания растений с учётом типа севооборота и почвенно-климатических условий [8, 9, 10]. Основная обработка почвы существенно влияет на эффективность удобрений, которая определяет глубину их заделки и распределения в обрабатываемом слое почвы [11, 12].

Урожайность ячменя во многом зависит от степени засорённости посевов, которая может значительно снизить продуктивность. Взаимодействие обработки почвы, удобрений, средств защиты растений, биологии ячменя и агрометеорологических условий является причиной дискусионности при выборе приёмов агротехники под конкретные культуры в конкретных почвенно-климатических условиях [13].

Цель исследований – оценить зависимость урожайности ярового ячменя от приёмов основной обработки почвы, уровня удобренности и гербицидов в зернопаровом севообороте Центрального Черноземья.

Методика исследований

Исследования выполнены в 2021-2024 гг. в стационарном опыте, заложенном одновременно в пространстве и времени на опытном поле Тамбовского НИИСХ.

Почва опытного участка – чернозём типичный с содержанием гумуса в пахотном (0-30 см) слое 6,8-7,0%. Обеспеченность почвы подвижными формами элементов питания высокая и повышенная.

Первый фактор в схеме опыта – обработка почвы (А): традиционная отвальная разноглубинная со вспашкой под ячмень на 20-22 см (контроль); бессменная поверхностная (дискование на 10-12 см) под все культуры севооборота; бессменная безотвальная разноглубинная, под ячмень на 20-22 см; комбинированная отвально-безотвальная (вспашка плугом без отвалов под ячмень); комбинированная отвально-поверхностная (поверхностная

Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» № 3 (55) 2025 г.
обработка под ячмень дискованием на 10-12 см). Основную обработку почвы проводили на фоне послеуборочного рыхления почвы дисковыми орудиями на глубину 8-10 см.

Второй фактор (В) включал три уровня удобренности под ячмень: 1. – контроль без удобрений; 2. – $N_{30}P_{30}K_{30}$; 3. – $N_{60}P_{60}K_{60}$. В качестве удобрения вносили азофоску (NPK 16:16:16).

Третий фактор (С) защита растений - включал два варианта: 1. – протравливание семян; 2. – протравливание семян + гербициды по вегетации культуры.

Повторность в опыте 3-кратная, размещение вариантов опыта систематическое. Размер делянки – 25 м². Агротехника выращивания ячменя – общепринятая для зоны исследований, за исключением изучаемых факторов. В опыте выращивали сорт Чакинский 221.

Урожайность ячменя учитывали в ходе поделяночной уборки малогабаритным комбайном САМПО-500; математическую обработку данных осуществляли методом дисперсионного анализа (Б.А. Доспехов, 1985).

Климат места исследований умеренно-континентальный, с неустойчивым увлажнением. Среднемесячная норма осадков от посева (апрель) до полной спелости ячменя (июль) составляет 188 мм. Однако, количество фактических осадков за вегетационный период ячменя в годы исследований различались и имели отклонения от среднегодовых показателей. Так, в 2021 и 2024 годах недобор осадков составил 19,1 и 44,4%, соответственно. При этом в 2021 году отмечали повышенный температурный режим воздуха (+10,3°C), а в 2024 пониженный (на -2,9°C). В 2022 и 2023 годах за вегетацию ячменя выпало осадков в 1,2 и 1,5 раза больше среднегодовой нормы.

Результаты исследований

На абсолютную величину урожайности ячменя заметно повлияли погодные условия. Наибольшей она была в 2022 и 2023 годах, в среднем по вариантам опыта 3,36 и 3,37 т/га, то есть в благоприятные по погодным условиям годы. Сравнительно невысокой урожайность – 3,05 т/га отмечалась в 2021 году (с засушливой второй половиной вегетации). Самая низкая урожайность сформировалась в 2024 году – 1,77 т/га с острозасушливой второй половиной вегетационного периода (июнь-июль), когда недобор осадков составил 36,6 и 52,2 мм по сравнению со среднегодовой нормой. Кроме того негативно сказались на урожайности в этом году низкая среднемесячная температура мая – на -2,8°C (5 мая заморозок на почве составил -10°C).

Изучаемые приёмы агротехники в опыте оказывали влияние на урожайность ячменя, причём степень влияния основной обработки, удобрений и средств защиты была несколько различной (табл.). Так применение ресурсосберегающих приёмов обработки почвы поверхностной (дискование на 10-12 см и безотвальной на 20-22 см) приводило к снижению урожайности ячменя на 0,11 и 0,21 т/га по сравнению со вспашкой (контроль).

При этом наибольшее снижение урожайности по данным способам обработки почвы отмечено в острозасушливом 2024 году – 0,19 и 0,39 т/га (при $НСП_{05} = 0,10$ т/га). В то же время в год с достаточным количеством осадков (2023) ресурсосберегающие способы обработки (без оборота пласта) обеспечили формирование урожайности ячменя на уровне с контролем – 3,21 и 3,29 т/га при урожае на контроле 3,25 т/га.

Применение поверхностной и безотвальной обработок почвы под ячмень при комбинированных отвально-поверхностной и отвально-безотвальной системах в севообороте существенно не сказалось на урожайности. В среднем за годы исследований на фоне данных обработок получено 2,85 и 2,96 т/га зерна ячменя при урожайности на контроле – 2,94 т/га.

На урожайность ячменя решающим образом повлияли удобрения. При этом повышение уровня удобренности сопровождалось ростом урожайности. В среднем за период исследований прибавка к контролю (без удобрений) от $N_{30}P_{30}K_{30}$ составила по вариантам опыта 0,40-0,61 т/га, на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ дополнительно получено 0,76-0,92 т/га зерна ячменя. Наиболее высокие прибавки получены на варианте поверхностной обработки почвы при комбинированной отвально-поверхностной системе в севообороте – 0,61 и 0,92 т/га, соответственно.

Таблица

Урожайность ячменя в зависимости от основной обработки почвы и средств химизации

Основная обработка почвы (фактор А)		Дозы удобрений (фактор В)	Защита расте- ний (фактор С)	Урожайность, т/га				
в севообороте	под ячмень			2021	2022	2023	2024	Среднее за 2021- 2024
Традиционная отвальная разноглубинная (контроль)	Вспашка на 20-22 см	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1*	3,05	3,80	3,61	2,04	3,12
			2**	3,73	4,13	4,10	2,31	3,57
		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1	2,62	3,34	2,97	1,88	2,70
			2	3,41	3,85	3,40	2,17	3,21
		Без удобр.	1	2,41	2,64	2,59	1,64	2,30
			2	2,95	3,06	2,83	1,96	2,70
Среднее по варианту обработки почвы				3,03	3,47	3,25	2,00	2,94
Бессменная поверхностная (дискование на 10-12 см) под все культуры севооборота		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1*	2,96	3,56	3,45	1,96	2,98
			2**	3,64	3,97	3,92	2,16	3,42
		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1	2,87	3,03	3,02	1,70	2,56
			2	3,47	3,35	3,38	1,99	3,02
		Без удобр.	1	2,54	2,51	2,59	1,39	2,26
			2	3,21	2,76	2,87	1,66	2,62
Среднее по варианту обработки почвы				3,12	3,20	3,21	1,81	2,83
Бессменная Безотвальная разноглубинная	безотвал. на 20-22 см	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1*	2,75	3,53	3,47	1,63	2,85
			2**	3,56	4,06	4,00	1,94	3,39
		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1	2,54	3,02	3,16	1,59	2,58
			2	3,23	3,37	3,47	1,76	2,96
		Без удобр.	1	2,43	2,29	2,66	1,34	2,18
			2	2,76	2,58	3,00	1,41	2,44
Среднее по варианту обработки почвы				2,88	3,14	3,29	1,61	2,73
Комбинированная (отвально-безот- вальная)	безотвал. на 20-22 см	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1*	3,21	3,78	3,44	1,84	3,07
			2**	3,53	4,21	3,80	2,01	3,39
		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1	2,80	3,17	3,12	1,61	2,67
			2	3,36	3,59	3,42	1,86	3,06
		Без удобр.	1	2,62	2,32	2,75	1,35	2,26
			2	3,22	2,91	2,99	1,56	2,66
Среднее по варианту обработки почвы				3,12	3,33	3,25	1,71	2,85
Комбинированная (отвально- поверхностная)	Дискова- ние на 10-12 см	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1*	3,29	4,04	3,67	1,80	3,20
			2**	3,54	4,45	4,00	2,12	3,53
		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1	2,94	3,79	3,22	1,56	2,88
			2	3,39	4,06	3,52	1,94	3,23
		Без удобр.	1	2,57	2,63	2,70	1,39	2,32
			2	2,73	2,97	3,05	1,55	2,57
Среднее по варианту обработки почвы				3,08	3,66	3,36	1,73	2,96

НСР₀₅ для фактора А

0,08 0,11 0,12 0,10

НСР₀₅ для фактора В

0,06 0,08 0,10 0,07

НСР₀₅ для фактора С

0,05 0,07 0,08 0,06

Примечание: 1* - без гербицидов, 2** - с применением гербицидов

На урожайность ячменя решающим образом повлияли удобрения. При этом повышение уровня удобренности сопровождалось ростом урожайности. В среднем за период исследований прибавка к контролю (без удобрений) от N₃₀P₃₀ K₃₀ составила по вариантам опыта 0,40-0,61 т/га, на фоне N₆₀P₆₀K₆₀ дополнительно получено 0,76-0,92 т/га зерна ячменя. Наиболее высокие прибавки получены на варианте поверхностной обработки почвы при

Максимальные прибавки от удобрений были достигнуты в годы с достаточным количеством осадков 2022-2023 гг. Так, по фону N₆₀P₆₀K₆₀ прибавка составила 1,11-1,45 и 0,75-1,14 т/га по вариантам обработки почвы. В 2021 году, с недостаточным количеством осадков и 2024, с более засушливым вегетационным периодом прибавка по вариантам опыта варьировала от 0,43 до 0,77 т/га и от 0,41 до 0,57 т/га.

Наибольшую прибавку урожайности ячменя 1,20 т/га.обеспечивало комплексное применение гербицидов и удобрений в дозе N₆₀P₆₀K₆₀, без учёта способов основной обработки почвы.

Заключение

Таким образом, в северо-восточном регионе Центрального Черноземья наиболее высокой урожайность ячменя в севообороте зернопарового типа без применения средств химизации была на фоне вспашки и дискованию в системе комбинированной отвально-поверхностной обработки почвы – 2,30 и 2,32 т/га, снижаясь в вариантах с бессменными безотвальной и поверхностной обработками в севообороте на 0,12-0,14 т/га и 0,04-0,06 т/га. Прибавка при комплексном использовании средств химизации удобрений в дозе N₆₀P₆₀K₆₀ и гербицидами по вегетации ячменя и отвальной вспашкой составила 1,27 т/га. При этом по поверхностной обработке в системе комбинированной отвально-поверхностной – 1,21 т/га. На фоне бессменных поверхностной и безотвальной систем обработки – 1,16 и 1,21 т/га. В среднем по обработкам применение средств химизации (удобрений N₆₀P₆₀K₆₀ и гербицидов) приводило к существенному росту урожайности ячменя с 2,26 до 3,46 т/га.

Литература

1. Воронцов В.А., Скорочкин Ю.П. Продуктивность зернопарового севооборота в северо-восточном регионе ЦЧЗ в зависимости от агротехнологий. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2022. – № 1 (41),– С. 99-108. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-1-99-1048
2. Воронцов В.А., Скорочкин Ю.П. Продуктивность и экономическая эффективность зернопарового севооборота в зависимости от агротехнологий. //Зернобобовые и крупяные. – 2024. – № 1 (49). – С. 97-104. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-1-97-104
3. Воронцов В.А. Концепция технологии основной обработки чернозёмных почв на основе энерго- и ресурсосберегающих приёмов в северо-восточном регионе Центрального. Черноземья. // Тамбов: Принтсервис. – 2018. – 74 с.
4. Перфирьев Н.В., Вьюшина О.А. Продуктивность зернопарового севооборота и эффективность производства зерна в зависимости от систем основной обработки почвы. //Достижения науки и техники АПК. – 2018. – № 1. – С. 18-21. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10103.
5. Кирюшин В.И. Управление плодородием почв и продуктивностью агроценозов в адаптивно-ландшафтных системах земледелия. //Почвоведение. – 2019. – № 9. – С. 1130-1139. DOI: 10.1134/S0032180X19070062.
6. Кузикеев Ж.В., Борадулина В.А., Мусалитин Г.М. и др. Реакция сортов ячменя на нормы высева и уровень азотного питания на выщелоченных чернозёмах Алтайского Приобья. //Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34. – № 7. – С. 27-31.
7. Пискарёва Л.А., Чевердин А.Ю. Эффективность комплексного применения минеральных удобрений и стимуляторов роста в посеве ярового ячменя (*Hordeum sativum* L.). //Агрохимия. – 2022. – № 1. – С. 21-31. DOI: 10.311857/S0002188122010094.
8. Власенко А.Н., Шарков И.Н., Иодко Л.Н. Экологические аспекты минимизации основной обработки почвы. //Земледелие. – 2006. – № 4. – С. 18-20.
9. Черкасов Г.Н., Пыхтин И.Г., Гостев А.В. Ареал применения нулевых и поверхностных обработок при возделывании колосовых культур на территории Европейской части Российской Федерации. //Земледелие. – 2017. – № 2. – С. 10-13.
10. Чуян О.Г. Модель системы удобрений в адаптивно-ландшафтном земледелии Центрального Черноземья. //Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31. – № 12. – С. 5-8.

11. Матюк Н.С., Полин В.Д., Абражкина Е.Д. и др. Урожайность культур и плодородие почвы в зависимости от её обработки и удобрения. //Плодородие. – 2008. – № 1 (70). – С. 38-40.
12. A.V. Shabalkin, Yu.P. Skorochkin, V.A. Vorontsov and M.K. Dracheva. The effect of tillage in combination with the use of fertilizers and protective equipment on the yield and economic efficiency of crop cultivation in the North-Eastern region of the central chernozem zone. International Scientific and Practical Conference “Innovative Technologies in Agriculture” (ITIA 2022). /Orel, Russian Federation, March 23-24, 2022 DOI: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20224710001> //BIO Web of Conferences. Volume 47(2022).
13. Воронов С.И., Зволинский В.П., Плескачев Ю.Н. и др. Роль приёмов основной обработки почвы при возделывании ярового ячменя. //Земледелие. – 2020. – № 2. – С. 24-26. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10206.

References

1. Vorontsov V.A., Skorochkin Yu.P. Productivity of a Grain-Fallow Crop Rotation in the North-Eastern Region of the Central Black Earth Region, Depending on Agricultural Technologies. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2022, no. 1 (41), pp. 99-108. (in Russian).
2. Vorontsov V.A., Skorochkin Yu.P. Productivity and Economic Efficiency of Grain-Fallow Crop Rotation Depending on Agricultural Technologies. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2024, no. 1 (49), pp. 97-104 DOI: 10.24412/2309-348X-2024-1-97-104. (in Russian).
3. Vorontsov V.A. The concept of technology of basic processing of chernozem soils based on energy- and resource-saving techniques in the north-eastern region of the Central Chernozem region. Tambov: Print-Service, 2018, 74 p. (in Russian).
4. Perfiryev N.V., Vyushina O.A. Productivity of grain-steam crop rotation and efficiency of grain production depending on the systems of basic tillage. *Achievements of science and technology of the agroindustrial complex*. 2018, no. 1, pp. 18-21. DOI : 10.24411/0235-2451-2018-10103. (in Russian).
5. Kiryushin V.I. Management of soil fertility and productivity of agrocenoses in adaptive landscape farming systems. *Soil science*, 2019, no. 9, pp. 1130-1139. (in Russian).
6. Kuzikeev Zh.V., Boradulina V.A., Musalitin G.M. et al. Reaction of barley varieties to seeding rates and nitrogen nutrition level on leached chernozems of the Altai Priobye *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2020, vol. 34, no. 7, pp. 27-31. (in Russian).
7. Piskaryova L.A., Cheverdin A.Yu. The Effectiveness of the Complex Application of Mineral Fertilizers and Growth Stimulants in the Sowing of Spring Barley (*Hordeum sativum* L.) *Agrochemistry*. 2022, no. 1, pp. 21-31. DOI:10.311857/S0002188122010094. (in Russian).
8. Vlasenko A.N., Sharkov I.N., Iodko L.N. Ecological aspects of minimizing basic tillage. *Agriculture*, 2006, no. 4, pp. 18-20. (in Russian).
9. Cherkasov G.N., Pykhtin I.G., Gostev A.V. The area of application of zero and surface treatments in the cultivation of ear crops on the territory of the European part of the Russian Federation. *Agriculture*, 2017, no. 2, pp.10-13. (in Russian).
10. Chuyan O.G. Model of the fertilizer system in adaptive landscape agriculture of the Central Chernozem region. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2017, vol. 31, no. 12, pp. 5-8. (in Russian).
11. Matyuk N.S., Polin V.D., Abrashkina E.D., et al. Crop yields and soil fertility depending on soil cultivation and fertilization. *Plodородие*, 2008, no. 1 (70), pp. 38-40. (in Russian).
12. A.V. Shabalkin, Yu.P. Skorochkin, V.A. Vorontsov and Dracheva M.K. The effect of tillage in combination with the use of fertilizers and protective equipment on the yield and economic efficiency of crop cultivation in the North-Eastern region of the central chernozem zone. International Scientific and Practical Conference “Innovative Technologies in Agriculture” (ITIA 2022). Orel, Russia, March 23-24, 2022 DOI: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20224710001> //BIO Web of Conferences. Volume 47(2022). (in Russian).
13. Voronov S.I., Zvolinskii V.P., Pleskachev Yu.N. et al. Rol' priemov osnovnoi obrabotki pochvy pri vozdeleyvanii yarovogo yachmenya. *Zemledelie*. 2020, no. 2, pp. 24-26. DOI : 10.24411/0044-3913-2020-10206. (in Russian).

ОЦЕНКА СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ПО ПРОДУКТИВНОСТИ И АДАПТИВНОСТИ В УСЛОВИЯХ НЕДОСТАТОЧНОГО УВЛАЖНЕНИЯ

Л.А. ЕРШОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID:0000-0001-8568-2837

ФГБНУ «ВОРОНЕЖСКИЙ ФАНЦ ИМЕНИ В.В. ДОКУЧАЕВА» E-mail: niish1@mail.ru

Аннотация. Продуктивность сорта определяется его биологическими особенностями, условиями выращивания и уровнем устойчивости растений к биотическим и абиотическим факторам окружающей среды. В данной статье приведены результаты исследований экологического испытания в 2019-2023 годах сортов ярового ячменя по статистическим параметрам экологической адаптивности. Объект исследований – 3 сорта местной селекции (Таловский 9, Осередь, Бирюч) и наиболее широко возделываемые в Воронежской области сорта разной степени засухоустойчивости. Наиболее высокий потенциал урожайности показали сорта местной селекции Осередь, Бирюч (3,88 и 3,94 т/га соответственно), превысившие в среднем стандарт на 11,4-13,3%. Высокой продуктивностью характеризовались также засухоустойчивый местный сорт старого поколения Таловский 9 и сорта Ейфель и Медикум 157. Высокой компенсаторной способностью обладали сорта Осередь, Бирюч и многорядный сорт Вакула, средней – Таловский 9, Осколец, Ейфель; высокой стрессоустойчивостью – Таловский 9 и Приазовский 9. Наиболее пластичны – Ейфель, Осередь, Бирюч. Высоко стабильны (по ПУСС) – Таловский 9, Осередь, Бирюч. По комплексу изученных показателей наиболее адаптивны к условиям юго-востока ЦЧЗ сорта местной селекции Осередь, Бирюч, Таловский 9 и сорт Ейфель.

Ключевые слова: яровой ячмень, урожайность, стрессоустойчивость, пластичность, адаптивность.

Для цитирования: Ершова Л.А. Оценка сортов ярового ячменя по продуктивности и адаптивности в условиях недостаточного увлажнения. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2025; 3(55):94-99. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-3-94-99

EVALUATION OF SPRING BARLEY VARIETIES FOR PRODUCTIVITY AND ADAPTABILITY IN CONDITIONS OF INSUFFICIENT MOISTURE

L. A. Ershova

FSBSI V.V. DOKUCHAEV FEDERAL AGRARIAN SCIENTIFIC CENTER

Abstract: The productivity of a variety is determined by its biological characteristics, growing conditions and the level of plant resistance to biotic and abiotic environmental factors. This article presents the results of studies of environmental testing in 2019-2023 of spring barley varieties for statistical parameters of environmental adaptability. The object of the study is 3 varieties of local selection (Talovsky 9, Osered, Biryuch) and the most widely cultivated varieties of varying degrees of drought resistance in the Voronezh region. The highest yield potential was shown by the varieties of local selection Osered, Biryuch (3.88 and 3.94 t / ha, respectively), exceeding the standard by an average of 11.4-13.3%. The drought-resistant local variety of the old generation Talovsky 9 and the varieties Eifel and Medikum 157 were also characterized by high productivity. The varieties Osered, Biryuch and the multi-row variety Vakula had a high compensatory capacity, while Talovsky 9, Oskolets, Eifel had an average one. Talovsky 9 and Priazovsky 9 had high stress resistance. The most plastic were Eifel, Osered, Biryuch. Talovsky 9, Osered, Biryuch were highly stable (according to PUSS). According to the complex of studied

Keywords: spring barley, yield, stress resistance, plasticity, adaptability.

Введение

Яровой ячмень является одной из наиболее широко возделываемых сельскохозяйственных культур, используемых в различных отраслях народного хозяйства. Его ареал распространения обусловлен комплексом ценных агрономических характеристик и высокой адаптивностью к разнообразным почвенно-климатическим условиям [1]. В связи со значительными колебаниями урожайности ячменя по годам одним из ключевых факторов повышения производства зерна и обеспечения его стабильности является внедрение сортов, адаптированных к конкретным условиям возделывания. Поэтому в современной селекции при создании сортов значительное внимание необходимо уделять их адаптивной способности, т.е. параметрам, обеспечивающим стабильную урожайность в различных условиях произрастания [2, 3].

Территория Воронежской области охватывает две природные зоны – лесостепную и степную. В свою очередь, внутри каждой зоны выделяются районы, отличающиеся своими климатическими условиями с неустойчивым или недостаточным увлажнением. Возделывание сортов с учетом их экологической приспособленности, позволит им максимально реализовать свой биологический потенциал [4].

Цель работы – дать сравнительную оценку сортов ярового ячменя, выведенных в Воронежском ФАНЦ им. В.В. Докучаева и наиболее распространенных по занимаемым площадям в области районированных сортов по различным параметрам экологической устойчивости, стабильности и адаптивной способности в условиях юго-востока ЦЧР.

Материалы и методы исследования

Работа выполнена на полях селекционного севооборота в 2019-2023 годах. Материалом для исследований служили включенные в Государственный реестр сорта ярового ячменя селекции Воронежского ФАНЦ Таловский 9 (2007), Осередь, Бирюч (2005, п.) и районированные по 5 региону сорта Вакула (2007, мн., зернофуражный, СГИ, Украина), Приазовский 9, Щедрый (2000, пш, 2011, з/ф, ФГБНУ «ФНЦ «Донской»), Медикум 157 (2014, ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр»), Саншайн (2011, Германия, Saatucht Josef Breun GMBH), Травелер, Ейфель (2012, 2014, п., Франция, Secobra Recherches S.A.S), Осколец (2015, п., ЗАО «Краснояржская зерновая компания»). Посев в питомнике экологического сортоиспытания по предшественнику горох осуществляли сеялкой СУ-10. Площадь учетной делянки – 10 м² в трехкратной повторности. Норму высева составила 500 всхожих зерен на 1 м². В качестве стандарта высевался районированный сорт Приазовский 9. Все фенологические наблюдения, учеты и оценки в течение вегетационного периода проводились согласно Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (2019) и Методическим указаниям по изучению коллекционных образцов (2012). Уборку проводили при достижении полной спелости зерна комбайном «Сампо-130». Для оценки условий увлажнения использовали гидротемический коэффициент (ГТК), который рассчитывали по методике Г.Т. Селянинова на основе данных агрометеостанции «Каменная Степь».

Годы проведения исследований существенно различались по температурному режиму и количеству осадков в период вегетации ячменя, что позволило дать объективную оценку адаптивности изучаемых сортов. Первая половина вегетации в 2019 году характеризовалась как сухая, вторая – как засушливая (ГТК = 0,57 и 0,84, индекс условий среды, рассчитанный по урожайности, I_j = - 6,57). В 2020 году оптимальные условия вегетации до колошения сменили аномально высокие температуры на фоне недостаточного количества осадков в период созревания зерна (ГТК = 1,41 и 0,73, I_j = -1,72). 2021 год характеризовался хорошей влагообеспеченностью до колошения (ГТК = 1,63). Сильные ливни и ураганные ветры в период налива зерна спровоцировали сильное полегание посевов, а период созревания отмечен очень жаркой и сухой погодой (ГТК = 0,74, I_j = 3,27). Вегетационный период ячменя

Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» № 3 (55) 2025 г. 2022 года характеризуется как благоприятный (ГТК = 1,15 и 1,66, Ij = 5,96). В 2023 году посев проводился в избыточно увлажненную почву. Последующее быстрое нарастание температур на фоне недостаточного количества осадков определили условия вегетации как слабо засушливые (ГТК = 1,00 и 1,11, Ij = -0,93).

Статистическая обработка результатов и определение коэффициента вариации (Cv) проведены по методике полевого опыта [5]. Экологическую пластичность (bi) сортов рассчитывали по методике S. A. Eberhart, W. A. Russell (1966) в изложении В.А. Зыкина [6]. Уровень стрессоустойчивости сорта ($Y_{min} - Y_{max}$) и компенсаторной способности ($(Y_{min} + Y_{max})/2$) определяли по А. А. Гончаренко [7], размах урожайности (d) - по методу В.А. Зыкина [6], коэффициент адаптивности сорта по показателю «урожайность» – по методике Л.А. Животкова [8], индекс экологической пластичности (ИЭП) – по А.А. Грязнову [9], гомеостатичность (Ном) – по методике В.В. Хангильдина (1981), показатель уровня стабильности сорта (ПУСС) – по методике Э.Д. Неттевич (1985).

Результаты и их обсуждение

Средняя многолетняя урожайность ячменя за годы исследований составила 3,59 т/га. Наиболее благоприятные условия для формирования высокой урожайности сложились в 2022 году, средняя урожайность сортов составила 4,19 (3,61-4,92) т/га при индексе условий среды (Ij) +5,96. Контрастность погодных условий 2019-2023 гг. способствовала формированию различного уровня урожайности у изучаемых сортов, при этом урожайность сорта-стандарта Приазовский 9 находилась в пределах от 3,04 т/га в 2019 г. (Ij = -6,57) до 3,82 т/га в 2022 г. (Ij = +5,96). Критерием адаптивной ценности сорта принято считать уровень его средней урожайности в различных условиях среды. В среднем за 5 лет наиболее высокий потенциал урожайности формировали новые сорта местной селекции Осередь, Бирюч (3,88 и 3,94 т/га соответственно), превысившие стандарт на 11,4-13,3% и засухоустойчивые сорта старого поколения Таловский 9, Ейфель, Медикум 157 (табл. 1).

Таблица 1

Показатели урожайности, экологической пластичности и стабильности сортов ярового ячменя (2019-2023 гг.)

Сорт	Средняя урожайность, т/га		Параметры стрессоустойчивости		Cv, %
	Lim.	$\bar{x}$	$Y_{min}-Y_{max}$	$(Y_{min}+Y_{max}) / 2$	
Вакула	2,69-4,92	3,66	-2,23	3,80	21,10
Щедрый	2,72-4,12	3,40	-1,40	3,42	14,51
Медикум 157	2,40-4,33	3,72	-1,93	3,36	23,46
Приазовский 9	3,04-3,82	3,48	-0,78	3,43	10,61
Травелер	1,83-3,82	2,93	-1,99	2,82	30,51
Саншайн	2,99-4,02	3,39	-1,03	3,50	12,26
Ейфель	2,94-4,57	3,86	-1,63	3,75	15,97
Осколец	2,98-4,27	3,55	-1,29	3,62	13,53
Таловский 9	3,25-3,93	3,68	-0,68	3,59	7,44
Осередь	3,04-4,58	3,88	-1,54	3,81	16,40
Бирюч	3,19-4,95	3,94	-1,76	4,07	17,62

В случае равной урожайности преимуществом должны обладать сорта с максимальной экологической приспособленностью. Наибольшую стабильность в контрастных погодных условиях с наименьшими значениями коэффициента вариации (Cv, %) показали сорта Таловский 9 (7,44%) и Приазовский 9 (10,61%). Высокой вариабельностью характеризовались сорта Вакула, Медикум 157 и Травелер. Остальные сорта имели средний (12,3-17,62%) коэффициент вариации.

Чем меньше величина показателя ($Y_{min}-Y_{max}$), тем выше стрессоустойчивость сорта и шире диапазон его приспособительных возможностей. Проведенные исследования показали, что более высокой способностью формировать стабильную продуктивность и повышенную устойчивость к стрессу в меняющихся условиях вегетации обладают местный сорт

Таловский 9 и сорт Приазовский 9. Сорта Осередь и Бирюч проявили средний уровень стрессоустойчивости. Многорядный сорт Вакула и сорта Медикум 157 и Травелер проявили наименьшую стрессоустойчивость. Показатель компенсаторной способности или генетической гибкости сорта $(Y_{min}+Y_{max})/2$ отражает среднюю урожайность в контрастных условиях, при которой, чем выше степень соответствия между сортом и различными факторами среды, тем выше этот показатель. По результатам исследований высокой компенсаторной способностью отличались сорта Осередь, Бирюч (3,81 и 4,07) и многорядный сорт Вакула (3,80); средней – Таловский 9, Осколец, Ейфель (3,6-3,75), остальные – низкой.

По индексу экологической пластичности (ИЭП) все изученные сорта распределились на три группы. Наиболее пластичными были сорта Бирюч, Осередь, Ейфель со средними за период исследований показателями ИЭП соответственно 1,1 и 1,08 (табл. 2). Так же заслуживают внимания сорта Таловский 9, Медикум 157 и Вакула со средними индексами пластичности (ИЭП=1,01-1,03). Наиболее низкий показатель ИЭП отмечен у сорта Травелер (табл. 2).

Таблица 2

Параметры экологической пластичности сортов ярового ячменя

Сорт	ИЭП	bi	Ном	КА	ПУСС	d
Вакула	1,01	1,43	7,48	101,6	83,0	45.3
Щедрый	0,95	0,97	16,66	94,9	104,3	34.0
Медикум 157	1,03	1,27	9,10	103,6	77,2	44.6
Приазовский 9	0,96	0,61	42,63	94,1	100,0	20.4
Травелер	0,81	1,63	5,01	80,7	36,7	52.1
Саншайн	0,95	0,80	26,02	95,0	122,9	25.6
Ейфель	1,08	0,79	15,25	108,4	122,0	35.7
Осколец	0,99	0,95	19,94	99,6	121,8	30.2
Таловский 9	1,03	0,31	74,47	103,9	237,6	17.3
Осередь	1,08	1,16	15,61	110,6	157,2	33.6
Бирюч	1,1	1,07	12,31	107,8	149,7	35.6

В качестве меры оценки отзывчивости генотипа на изменяющиеся условия широко используется коэффициент линейной регрессии (b_i). По величине коэффициента сорта Осередь и Бирюч характеризуются как пластичные. Эти сорта показали высокую отзывчивость на улучшение не только условий среды, но и уровня плодородия. Сорт Таловский 9 способен формировать высокий урожай и на экстенсивном фоне.

Важным показателем устойчивости растений к воздействию неблагоприятных условий среды является гомеостаз, характеризующий способность сорта сводить к минимуму последствия неблагоприятных внешних условий. Высокая величина показателя (Ном) связана со стабильностью урожая зерна, а низкая указывает на большую вариабельность урожая при одинаковых лимитирующих факторах внешней среды. Наиболее ценны те сорта, у которых $b_i > 1$ и высокая или средняя величина (Ном), такие сорта относятся к высокоинтенсивным, они отзывчивы на улучшения условий и характеризуются стабильной урожайностью. По совокупности этих показателей сорта Осередь и Бирюч характеризуются как полуинтенсивные. Сорта с высокими показателями b_i и низким (Ном) менее ценны, так как их высокая отзывчивость сочетается с низкой стабильностью урожая, в нашем опыте к таким относятся сорта Вакула, Медикум 157 и Травелер. Сорта, у которых $b_i < 1$ и высокий показатель Ном, слабо реагируют на улучшение внешних условий, но имеют достаточно высокую стабильность урожайности, к этой группе относятся сорта Таловский 9 и Приазовский 9. Засухоустойчивый сорт Ейфель с $b_i < 1$ формировал высокий, но менее стабильный по годам урожай.

Коэффициент адаптивности (КА), показывающий продуктивные возможности исследуемых сортов, варьировал от 80,7% до 110,6%. Самый высокий коэффициент адаптивности в среднем за 5 лет имели сорта Осередь, Бирюч и Ейфель. При этом у сорта

Осередь за весь период исследований его величина не снижалась менее 100% (100,0-116,2%), что указывает на его более высокую приспособленность к различным условиям вегетации. Продуктивность сорта Бирюч в засушливых условиях 2023 года была на 5,4% ниже среднесортной, тогда как у сорта Приазовский 9 она снизилась на 10,5%, а продуктивность сорта Эйфель в неблагоприятных условиях вегетации 2020 года составила только 86,0% от среднесортной. То есть, при равных средних значениях коэффициента КА, сорт Бирюч проявил более высокую адаптивность к условиям вегетации по годам. В целом за 5 лет более высокую адаптивность, чем широко распространенный стандартный сорт Приазовский 9, проявили сорта Таловский 9, Медикум 157 и Вакула.

Комплексным показателем гомеостатичности является показатель уровня стабильности сорта (ПУСС), учитывающий одновременно уровень и стабильность урожайности сорта по отношению к стандарту и характеризующий способность сорта отзываться на улучшение условий выращивания или поддерживать достаточно высокий уровень продуктивности при ухудшении условий. Чем выше показатель ПУСС, тем сорт лучше. Как наиболее стабильные и урожайные выделились сорта Осередь, Бирюч и Таловский 9.

Минимальный размах урожайности в исследуемой выборке показали сорта Таловский 9 и Приазовский 9. Размах урожайности (d) определяется отношением разницы между максимальной и минимальной урожайностью сорта к максимальной урожайности, выраженной в процентах, чем ниже этот показатель, тем стабильнее урожайность сорта в изменяющихся условиях окружающей среды. Сорта Осередь, Бирюч, Эйфель и Осколец характеризовались средними значениями показателя. Высокую стабильность показали сорта Таловский 9 и Приазовский 9, однако у них низкий показатель верхнего порога продуктивности. Наименьшей стабильностью за анализируемые пять лет характеризовались высоко засухоустойчивый сорт Медикум 157 и высоко интенсивный сорт Травелер.

Заключение

Таким образом, сравнительная характеристика сортов ярового ячменя по параметрам экологической стабильности и пластичности показала, что новые местные сорта Осередь и Бирюч не только характеризуются высокой продуктивностью, но и имеют преимущество среди изученных сортов по пластичности и экологической адаптивности к условиям нестабильного и недостаточного увлажнения. Высокой адаптацией к условиям вегетации отличается и сорт Таловский 9. Высокая засухоустойчивость этого сорта позволяет ему формировать стабильные и достаточно высокие урожаи при любых видах засух (в начальные фазы развития растений, в период налива и созревания зерна или всего периода вегетации). По степени приспособленности к климатическим условиям Воронежской области выделяется засухоустойчивый пивоваренный сорт французской селекции Эйфель. Однако степень его засухоустойчивости ниже, чем у местных сортов, что проявляется в меньшей стабильности урожайности. Высокой адаптацией к климатическим условиям области и стрессоустойчивостью характеризуется сорт Приазовский 9, что и позволило ему длительное время быть лидером по высеваемым площадям. Но в изученной группе сортов потенциал его продуктивности один из самых низких. Продуктивность многорядного сорта Вакула, пользующегося по экономическим причинам большим спросом у товаропроизводителей, в значительной степени зависит от условий вегетации. Менее всего приспособлены к климатическим условиям области высоко засухоустойчивый сорт Медикум 157 и высоко интенсивный сорт Травелер.

Литература

1. Филиппов Е.Г., Донцова А.А., Донцов Д.П., Засыпкина И.М. Оценка экологической пластичности и стабильности перспективных сортов и линий озимого ячменя в конкурсном сортоиспытании. // Зерновое хозяйство России. – 2021. – № 4(76). – С. 8-14. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-76-4-8-14
2. Муругова Г.А., Клыков А.Г. Оценка урожайности и качества зерна сортов ярового ячменя в условиях муссонного климата. // Зерновое хозяйство России. – 2024. – Т. 16. – № 4. – С. 17-23. DOI: 10.31367/2079-8725-2024-93-4-17-23.

3. Морозов Н.А., Самсонов И.В., Панкратова Н.А. Оценка исходного материала ярового ячменя на адаптивность к засушливым условиям Ставропольского края. // Зерновое хозяйство России. – 2021. – № 5(78). – С. 29-34.
4. Рыбась И.А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур. // Сельскохозяйственная биология. – 2016. – Т.51. – № 5. – С. 617-626. DOI: 10.15389/agrobiology.2016.5.617rus.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос. – 2014. – 336 с.
6. Зыкин В.А., Белан И.А., Юсов В.С., Корнева С.П. Методики расчета экологической пластичности сельскохозяйственных растений по дисциплине «Экологическая генетика». Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, – 2008. – 37 с.
7. Гончаренко А. А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур. // Вестник РАСХН. – 2005. – № 6. – С. 49-53.
8. Поползухин П.В., Николаев П.Н., Аниськов Н.И., Юсова О.А., Сафонова И. В. Оценка продуктивности и адаптивных свойств сортов ярового ячменя в условиях Сибирского Прииртышья. // Земледелие. – 2018. – № 3. – С. 40-44. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10309
9. Грязнов А. А. Селекция ячменя в Северном Казахстане. // Селекция и семеноводство. – 2000. – №4. – С. 2-8.

References

1. Filippov E.G., Dontsova A.A., Dontsov D.P., Zasyapkina I.M. Otsenka ekologicheskoi plastichnosti i stabil'nosti perspektivnykh sortov i linii ozimogo yachmenya v konkursnom sortoispytanii [Estimation of environmental adaptability and stability of promising winter barley varieties and lines in the Competitive Variety Testing], *Zernovoe khozyaistvo Rossii*. 2021. no. 4(76), pp. 8-14. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-76-4-8-14
2. Murugova G.A., Klykov A.G. Ocenka urozhajnosti i kachestva zerna sortov yarovogo yachmenya v usloviyakh mussonnogo klimata [Assessment of yield and grain quality of spring barley varieties in monsoon climate], *Zernovoe hozyaistvo Rossii*. 2024, v. 16, no. 4, pp. 17-23. DOI: 10.31367/2079-8725-2024-93-4-17-23.
3. Morozov N.A., Samsonov I.V., Pankratova N.A. Otsenka iskhodnogo materiala yarovogo yachmenya na adaptivnost' k zasushlivym usloviyam Stavropol'skogo kraya [Estimation of the initial material of spring barley for adaptability to arid conditions of the Stavropol Territory], *Zernovoe khozyaistvo Rossii*, 2021, no. 5(78), pp. 29-34. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2021-77-5-29-34>.
4. Rybas' I.A. Povyshenie adaptivnosti v selektsii zernovykh kul'tur [Adaptability improvement in grain crop breeding], *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*, 2016, v. 51, no. 5, pp. 617-626. DOI: 10.15389/agrobiology.2016.5.617rus.
5. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial], 2014, Moscow, Kolos Publ., 336 p.
6. Zykin V.A., Belan I.A., Yusov V.S., Korneva S.P. Metodiki rascheta ekologicheskoi plastichnosti sel'skokhozyaistvennykh rastenii po distsipline «Ekologicheskaya genetika» [Methods for calculating the ecological adaptability of agricultural plants in the discipline "Ecological Genetics"]. 2008, Omsk, FGOU VPO OmGAU Publ., 37 p.
7. Goncharenko, A.A. Ob adaptivnosti i ekologicheskoy ustojchivosti sortov zernovykh kul'tur [On adaptability and ecological stability of grain varieties], *Vestnik RASHN*, 2005, no. 6, pp. 49-53.
8. Popolzukhin P.V., Nikolaev P.N., Anis'kov N.I., Yusova O.A., Safonova I.V. Otsenka produktivnosti i adaptivnykh svoistv sortov yarovogo yachmenya v usloviyakh Sibirskogo Priirtysh'ya [Estimation of productivity and adaptive properties of spring barley varieties in the conditions of the Siberian Irtysh region], *Zemledelie*, 2018, no. 3, pp. 40-44. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10309.
9. Gryaznov A. A. Selekcziya yachmenya v Severnom Kazahstane [Breeding of barley in Northern Kazakhstan], *Selekcziya i semenovodstvo*, 2000, no.4, pp. 2-8.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛА ПРОДУКТИВНОСТИ КОЛОСА СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ПШЕНИЦЫ МЯГКОЙ ЯРОВОЙ

Н.А. СТЕПАНОВА, старший научный сотрудник, ORCID ID: 0009-0005-5219-143X

В.С. СИДОРЕНКО, кандидат сельскохозяйственных наук,
ORCID ID: 0000-0002-9921-6105

ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

Аннотация. В данной статье приводятся экспериментальные данные за два года исследований по определению потенциала продуктивности колоса пшеницы мягкой яровой. Мягкая яровая пшеница является важнейшей сельскохозяйственной культурой, поэтому вопрос повышения ее урожайности, складывающейся из суммы эффектов по признакам продуктивности, всегда актуален. В данном эксперименте проведен анализ этих признаков для определения возможности использования в селекционной работе сортообразцов коллекции пшеницы мягкой яровой и сорта стандарта Дарья. Продуктивность колоса яровой пшеницы определяется несколькими факторами и является важным компонентом урожайности зерна. Высокая продуктивность колоса, как правило, положительно коррелирует с общей урожайностью. Основные факторы, влияющие на продуктивность колоса яровой пшеницы: количество зерен в колосе, чем больше зерен в колосе, тем выше потенциальная продуктивность; масса зерна с колоса также тесно связана с урожайностью и зависит от условий выращивания; число колосков в колосе может способствовать увеличению числа зерен селекционного материала пшеницы мягкой яровой по признаку продуктивности колоса. Определен потенциал продуктивности колоса перспективных линий пшеницы мягкой яровой и отобраны формы со значениями, превышающими сорт стандарт, это селекционные линии Л-57, Шумер В.Лис и Шумер ВС. Также, проведена сравнительная оценка озерненности колоса по уступам между сортом стандартом Дарья и селекционной линией Шумер В.Лис с максимальным количеством зерна в колосе.

Ключевые слова: пшеница мягкая яровая, потенциальная продуктивность колоса, количество зерен, число колосков.

Для цитирования: Степанова Н.А., Сидоренко В.С. Определение потенциала продуктивности колоса селекционного материала пшеницы мягкой яровой. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2025; 3(55):100-105. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-3-100-105

DETERMINATION OF THE PRODUCTIVITY POTENTIAL OF THE EAR OF BREEDING MATERIAL OF SOFT SPRING WHEAT

N.A. Stepanova, V.S. Sidorenko

FSBSI FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS

Abstract. This article presents experimental data from two years of research to determine the productivity potential of an ear of soft spring wheat. Soft spring wheat is the most important agricultural crop, therefore, the issue of increasing its yield, which consists of the sum of the effects on productivity characteristics, is always relevant. In this experiment, an analysis of these characteristics was carried out to determine the possibility of using cultivars from the collection of soft spring wheat and the Darya standard variety in breeding work. The productivity of an ear of spring wheat is determined by several factors and is an important component of grain yield. High ear productivity, as a rule, positively correlates with the overall yield. The main factors affecting the productivity of an ear of spring wheat are: the number of grains in an ear, the more grains in an

ear, the higher the potential productivity; the weight of grain from an ear is also closely related to yield and depends on growing conditions; the number of spikelets in an ear can contribute to an increase in the number of grains of breeding material for soft spring wheat based on the productivity of the ear. The productivity potential of the ear of promising lines of soft spring wheat was determined and forms with values exceeding the standard grade were selected, these are the breeding lines L-57, Sumer V.Lis and Sumer VS. Also, a comparative assessment of the ear water content was carried out according to the ledges between the Darya standard variety and the Sumer V.Lis breeding line with the maximum amount of grain in the ear.

Keywords: soft spring wheat, potential productivity of ear, number of grains, number of ears.

Введение

Яровая мягкая пшеница – одна из главных зерновых культур, выращиваемая в Орловской области. Основой технологии её возделывания является сорт, роль которого возрастает на фоне климатических изменений, наблюдаемых в последние годы.

Колос пшеницы – ключевой элемент урожайности, которая является производной продуктивности колоса и количества их на единице площади. Между этими признаками существует отрицательная зависимость, которую необходимо учитывать при разработке точного агроэкологического паспорта сорта. Изучением взаимосвязи различных признаков между собой и их влияния на продуктивность растения занимаются многие ученые. Продуктивность колоса определяется несколькими последовательно формирующимися в онтогенезе признаками: количеством колосков в колосе, количеством продуктивных колосков в колосе, количеством цветков в колоске и колосе, количеством зерен в колоске и колосе. Основным фактором, влияющим на продуктивность пшеницы, является изменение климата, в особенности увеличение его засушливости. При селекции яровой пшеницы на продуктивность следует обращать внимание на сортообразцы, сочетающие многозерность с крупностью зерна, а также на элементы структуры урожайности, такие как количество колосков и зерен в колосе и массу 1000 зерен [1, 2, 3].

Цель исследований – определить потенциал продуктивности колоса селекционного материала пшеницы мягкой яровой и отобрать формы со значениями, превышающими сорт стандарт.

Материал и методика

Исследования проведены в 2023-2024 годах в лаборатории селекции зерновых крупяных культур ФНЦ ЗБК. Объектами исследований являлись зарубежные сорта пшеницы мягкой яровой: Одетта (Чехия), Ликамеро (Польша), Дарья (Беларусь), отечественные сорта: Памяти Коновалова (ФНЦ ЗБК), Гранова (ООО «АСТ», Курск), а так же новые селекционные линии, созданные в ФНЦ ЗБК: (Л-57), Шумер 3, Шумер 7, Шумер 8, Шумер В.лис. И Шумер ВС). Стандарт – сорт Дарья. Экспериментальные посевы яровой мягкой пшеницы были размещены на полях севооборота селекционного центра ФНЦ ЗБК. Предшественник – чистый пар. Почвы – тёмно-серые лесные, среднесуглинистые, средне окультуренные. Микрорельеф участка выровненный. По основным физико-химическим показателям данные почвы являются типичными для данной природно-экономической зоны.

В конкурсном сортоиспытании общая площадь каждой делянки составляла 8,25 м² (ширина 1,65 м х длина 5,0 м). Учетная площадь делянки – 7,5 м². Количество рядков на делянке – 10 шт., ширина междурядий – 15 см, повторность 3-5-кратная. Посев проводился селекционной сеялкой СКС-6-10 (порционный и кассетный варианты). Нормы высева – 5 млн. всхожих зерен на гектар.

Количественные признаки (масса зерна с колоса, число зерен в колосе, число колосков в колосе) были проанализированы с помощью структурного анализа в лабораторных условиях, согласно Практикуму по селекции и семеноводству полевых культур [4]. Метеорологические условия в период проведения экспериментов были контрастными (различными). Вегетационный период 2024 г. был засушливым (ГТК=0,83), повышенные температуры в июне-июле существенно повлияли на формирование урожая отдельных

Таблица 1

Среднемесячные температура воздуха и осадки по месяцам (число дней с осадками) за вегетационные периоды 2023...2024 гг.

Год	Показатель	Значения показателей по месяцам				
		Апрель	Май	Июнь	Июль	Август
2024	Температура, °С	6,9	13,9	19,8	22,3	20,5
	Осадки, мм (количество дней)	46(17)	74(20)	41(14)	51(9)	51(14)
2023	Температура, °С	10,3	12,9	17,1	19,2	20,3
	Осадки, мм (количество дней)	27(10)	17(8)	56(11)	77(18)	45(13)

Результаты и обсуждения

По результатам структурного анализа длина колоса пшеница варьировалась от 9,3 см (Одета) до 13,2 см (Шумер 3) в 2023 году и в 2024 году от 7, 6 см (Ликамеро) до 10,95 см (Шумер 7 и Шумер ВС). В отличие от зарубежных сортов пшеницы мягкой яровой, селекционные линии, созданные в ФНЦ ЗБК, превышали длину колоса стандарта сорта Дарья. Число колосков в колосе определяется благоприятными условиями года как в период вегетативного развития растений, когда закладываются метамеры колосковых бугорков, так и в генеративный период, когда формируется их окончательное количество. В наших исследованиях число колосков в колосе имело существенную связь с урожаем и изменялось от 16 (Ликамеро) до 22 (Л-57) штук. Так, в 2024 году количество колосков в колосе было меньше, по сравнению с 2023 годом, что в значительной степени обуславливалось существенной засушливостью июня и последующих месяцев. Число зерен в колосе – наиболее важная составляющая продуктивности посевов. В сумме с количеством колосков она определяет окончательную продуктивность посева. Максимальное количество зерна в колосе было в 2023 году у селекционной линии Шумер В.лис 102,7 шт., в 2024 году у селекционной линии Л-57 – 68,9 штук. Масса зерна с колоса сопряжена с числом зерен в колосе и определяется как погодными факторами, так и сортовыми особенностями. Различия в данном показателе между относительно благоприятным 2023 годом и более засушливым 2024 составили более 50%. Наиболее продуктивный колос в 2023 году сформировали сорт стандарт Дарья – 3,44 г и селекционная линия Шумер В.лис - 4,06 г, в 2024 году – селекционные линии Л-57 – 2,02 г. и Шумер ВС – 1,74 г. (табл. 2).

Проведена сравнительная оценка озерненности колоса по уступам между сортом стандартом Дарья и селекционной линией Шумер В.Лис с максимальным количеством зерна в колосе (102,7 шт.). Сорт-стандарт и селекционная линия формировали максимальное количество зерна в колоске на отступах с 11 по 15. Увеличение количества зерна начиналось практически одинаково с 5-6 отступов. Следовательно, данные формы имеют веретеновидную форму колоса, которая представлена широкой серединой с постепенным сужением к верхнему и нижнему участкам (рис.).

Форма колоса имеет важное значение не только для формирования продуктивности растений, но и для фенотипической идентификации сортоформ мягкой пшеницы.

Таблица 2

Продуктивность колоса пшеницы мягкой яровой

Сорт, селекционная линия	Длина колоса, см		Масса зерна с колоса, г		Число зерен в колосе, шт.		Число колосков, шт.		Среднее число зерен на колосок, шт.	
	2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024
Дарья (Беларусь)	11,8	9,4	3,44	1,47	67,9	47,2	19	14	3,5	3,4
Одетта (Чехия)	9,3	7,8	2,69	1,32	59,5	51,5	17	16	3,5	3,2
Ликамеро (Польша)	10,3	7,6	2,74	1,31	57,7	49,8	16	17	3,6	3,1
Л-57 (ФНЦ ЗБК)	12,9	10,9	3,30	2,02	74,3	68,9	22	18	3,3	3,7
Гранова (Курск)	11,3	9,4	2,82	1,35	63,4	47,4	17	16	3,7	3,0
Памяти Коновалова (ФНЦ ЗБК)	10,3	6,4	2,61	0,95	53,4	39,1	17	15	3,1	2,6
Шумер 3 (ФНЦ ЗБК)	13,2	10,1	3,14	1,30	80,6	57	21	17	3,8	3,3
Шумер 7 (ФНЦ ЗБК)	12,0	10,9	2,83	1,25	74,7	56,7	20	17,5	3,7	3,2
Шумер 8 (ФНЦ ЗБК)	11,5	10,3	2,62	1,42	74,1	60,6	19	18,2	3,9	3,3
Шумер В.лис (ФНЦ ЗБК)	11,2	8,4	4,06	1,82	102,7	51,9	17	17	6,0	3,1
Шумер ВС (ФНЦ ЗБК)	-	10,9	-	1,74	-	59,7	-	17,8	-	3,3
НСР ₀₅	1,3	0,9	0,18	0,27	4,7	6,8	1,7	1,5	0,3	0,2

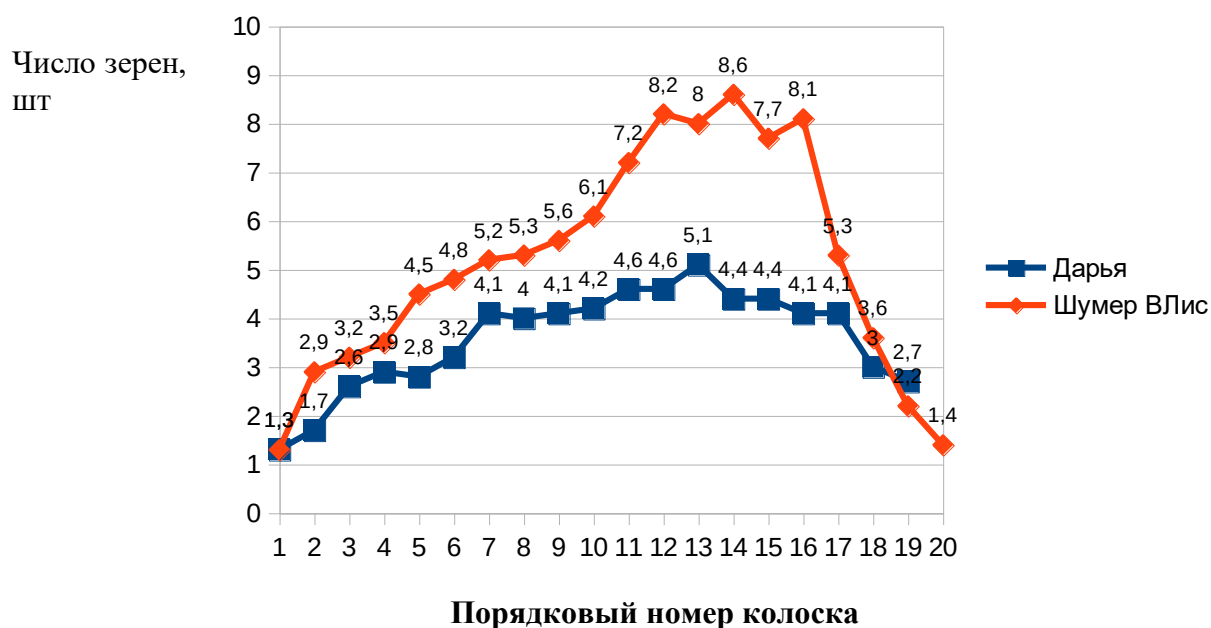


Рис. Озерненность колоса по уступам сорта стандарта Дарья и селекционной линии Шумер В.Лис

Заключение

В результате проведенной работы получены новые знания о продуктивности колоса. Основным фактором снижения продуктивности яровой пшеницы в условиях Орловской области в 2024 году являлось нарастание температуры воздуха и неравномерное выпадение осадков. Одним из способов, обеспечивающих приспособленность к таким условиям, является селекция соответствующих сортов. Исследованиями установлено, что у селекционной линии яровой мягкой пшеницы Л-57 высокая продуктивность колоса по показателям число зерен в колосе, массы зерна с колоса сохранилась и в 2024 году. Также, за два года исследований с высокими показателями потенциала продуктивности колоса в отличие от сорта стандарта были следующие селекционные линии: Шумер В.Лис, Шумер ВС.

Работа выполнена в рамках Государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № FGZZ-2024-0003 Цифровое фенотипирование зерновых и крупяных культур в селекционном процессе на высокую продуктивность и качество).

Литература

1. Олейник А.А. Адаптивный характер корреляционных зависимостей, определяющих продуктивность главного колоса у сортов и гибридов озимой мягкой пшеницы на черноземе выщелоченном Центрального Предкавказья. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 99. – С. 772-785. -EDN SGT0NJ
2. Цаценко Л.В., Кошкин С.С. Индекс потенциальной продуктивности и показатель озерненность 2-х верхних колосков главного колоса, в качестве критериев потенциальной реализации генотипа растений озимой мягкой пшеницы. // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – №. 53. – С. 134-139. -EDN UCSVİN.
3. Жеруков Т.Б., Кишев А.Ю., Тутукова Д.А. Агробιοлогические условия продуктивности фотосинтетической деятельности посевов озимой пшеницы в условиях процесса биологизации сельского хозяйства. // Международные научные исследования. – 2016.– № 4 (29). – С. 8-10. – EDN XWTYYH.

4. Пыльнев В.В., Коновалов Ю. Б. [и др.]. Практикум по селекции и семеноводству полевых культур. – Санкт-Петербург: Издательство "Лань". – 2014. – С.39. – ISBN 978-5-8114-1567-0. – EDN TXPHZP.
5. Степанова Н. А. Кластерный анализ сортов и селекционных линий яровой мягкой пшеницы по показателям структурного анализа и качества зерна. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2023. – № 2(46). – С. 107-116. – DOI 10.24412/2309-348X-2023-2-107-116. – EDN WYBVMP.
6. Sidorenko V.S., Tugareva F.V., Starikova Zh.V. Experimental verification of cluster analysis to identify valuable breeding samples of spring wheat. //IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 650 (2021) 012105. DOI:10.1088/1755-1315/650/1/012105 SCOPUS
7. Stepanova N.A.I, Sidorenko V.S., Yandubaykin E.E. 春软小麦新育种材料 Milturum 和 Ferrugineum 的产量与品质. Productivity and grain quality of new breeding material of spring soft wheat varieties Milturum and Ferrugineum / International Conference“Scientific research of the SCO countries: synergy and integration”–Beijing-7 may 2025.-C.192- DOI:10.34660/INF.2025.43.39.054

References

1. Oleinik A.A. Adaptive nature of correlation dependencies determining the productivity of the main spike in varieties and hybrids of winter soft wheat on leached chernozem of the Central Ciscaucasia. *Politematicheskii setevoi elektronnyi na-uchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2014, no. 99, pp. 772-785.-EDN SGTONJ
2. Tsatsenko L.V., Koshkin S.S. Potential productivity index and the grain content index of the 2 upper spikelets of the main spike, as criteria for the potential implementation of the genotype of winter soft wheat plants. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2015, no. 53, pp. 134-139.-EDN UCBBIH.
3. Zherukov T.B., Kishev A.Yu., Tutukova D.A. Agrobiological conditions of productivity of photosynthetic activity of winter wheat crops in the conditions of the biologization process of agriculture. *Mezhdunarodnye nauchnye issledovaniya*. 2016, no. 4(29), pp. 8-10. - EDN XWTYYH.
4. Pyl'nev V.V., Konovalov Yu. B. [et al.]. Workshop on selection and seed production of field crops. Sankt-Peterburg: Izdatel'stvo "Lan" Publ. 2014, p.39. - ISBN 978-5-8114-1567-0. - EDN TXPHZP.
5. Stepanova N. A. Cluster analysis of varieties and breeding lines of spring soft wheat according to indicators of structural analysis and grain quality. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2023, no. 2(46), pp. 107-116. - DOI 10.24412/2309-348X-2023-2-107-116. - EDN WYBVMP.
6. Sidorenko V.S., Tugareva F.V., Starikova Zh.V. Experimental verification of cluster analysis to identify valuable breeding samples of spring wheat. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 650 (2021) 012105. DOI:10.1088/1755-1315/650/1/012105 SCOPUS
7. Stepanova N.A., Sidorenko V.S., Yandubaykin E.E. 春软小麦新育种材料 Milturum 和 Ferrugineum 的产量与品质. Productivity and grain quality of new breeding material of spring soft wheat varieties Milturum and Ferrugineum. *International Conference“Scientific research of the SCO countries: synergy and integration”–Beijing-7 May 2025*, p.192, DOI:10.34660/INF.2025.43.39.054

ПЕРВИЧНОЕ СЕМЕНОВОДСТВО НОВОГО СОРТА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ СКИПЕТР 2 СЕЛЕКЦИИ ФГБНУ ФНЦ ЗБК

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

ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

Аннотация. В статье приводятся данные об организации первичного семеноводства нового сорта озимой пшеницы Скипетр 2. Рассмотрено понятие «первичное семеноводство» основу которого составляет индивидуально-семейственный метод отбора с двухгодичной оценкой по потомству, позволяющий сохранить и оценить сорт по важнейшим хозяйственно-биологическим признакам и свойствам. Подчеркнута важность использования кондиционных семян в сохранении сорта.

Выявлено, что полевая и лабораторная браковка в питомнике испытания потомств первого года изменялась в диапазоне от 20,0 до 37,8%, а в питомнике испытания потомств второго года – от 13,6 до 1,66%. Установлено, что наибольшая урожайность (82 ц/га) была сформирована в 2022 году, а наибольшая масса 1000 семян (51 г) получена в 2023 году. Выявлено, что семенной материал по основным посевным и сортовым показателям (чистота семян, влажность, энергия прорастания и всхожесть) соответствовал требованиям ГОСТ 52325 – 2005.

Полученные результаты подтверждают соответствие семян требованиям государственных стандартов и их перспективность – для массового производства и использования в агробизнесе.

Ключевые слова: озимая пшеница, браковка, урожайность, масса 1000 семян, выход кондиционных семян.

Для цитирования: 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):106-111. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-3-106-111

PRIMARY SEED PRODUCTION OF A NEW WINTER WHEAT VARIETY SKIPETR 2, BREEDING BY THE FEDERAL SCIENTIFIC CENTER 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 organization of primary seed production of the new winter wheat variety Skipetr 2. The concept of "primary seed production" is considered, which is based on the individual-family method of selection with a two-year evaluation of the offspring, allowing to preserve and evaluate the variety by the most important economic and biological characteristics and properties. The importance of using quality seeds in preserving the variety is emphasized.

It was found that field and laboratory rejection in the nursery testing the first year offspring varied in the range from 20.0 to 37.8%, and in the nursery testing the second year offspring varied from 13.6 to 1.66%. It was found that the highest yield (82 c/ha) was formed in 2022, and the largest weight of 1000 seeds (51 g) was obtained in 2023. It was revealed that the seed material, according to the main sowing and varietal indicators (seed purity, moisture, germination energy and germination), met the requirements of GOST 52325-2005.

The obtained results confirm the compliance of the seeds with the requirements of state standards and their potential for mass production and use in agribusiness.

Keywords: winter wheat, culling, yield, weight of 1000 seeds, yield of quality seeds.

Контроль над сортовыми и посевными качествами семян озимой пшеницы является очень важным элементом семеноводческого процесса, так как именно через высококачественный семенной материал используются передовые достижения селекционного процесса, воплощенные в новых сортах [1].

Ведение первичного семеноводства является сложным и многоэтапным процессом, основанным на глубоких знаниях о механизмах воспроизводства сортов и механизмах сохранения их генетической чистоты и характеристик. Этот процесс включает несколько ключевых стадий, начиная с создания и выращивания питомника испытания потомств первого года (ПИП-1), где подбираются и отбираются наиболее перспективные и генетически чистые растения – элитные колосья, обладающие высокими хозяйственно ценными признаками. Далее осуществляется размножение семенного материала в питомниках размножения основных сортов (ПР-1, ПР-2), которые обеспечивают увеличение объема семян для последующего использования в хозяйствах.

На каждом из этих этапов ведется строгий контроль за сортовой чистотой, состоянием признаков, уровнем фитосанитарной защищенности и качеством семян. Особое внимание уделяется мониторингу изменений сортовых признаков в процессе репродукции, так как при многократном использовании семенного материала без соответствующих агротехнических мер происходит постепенное снижение сортовых качеств. Это проявляется в ухудшении важнейших хозяйственно ценных признаков урожайности, устойчивости к болезням, зимостойкости, выравненности и крупности зерен.

В результате регулярного и неупорядоченного использования массовых посевов сорта происходит накопление генетических изменений, слияние признаков, их расщепление и снижение сорта в целом. Это ведет к уменьшению потенциала урожайности, ухудшению посевных качеств семян, снижению их всхожести и качества. Итогом этого является постепенное ухудшение хозяйственно важных свойств сорта, снижение его адаптивных возможностей и потенциальной продуктивности. Поэтому современное семеноводство предполагает использование методов селекционной работы, строгий контроль за качеством семян, их очисткой и предварительной обработкой, а также создание репродукционных семенников, позволяющих сохранять исходные сортовые признаки на протяжении длительного времени [2].

Таким образом, комплекс мероприятий по ведению первичного семеноводства, основанный на постоянном мониторинге, качественной подготовке и селекционной работе, играет ключевую роль в сохранении и повышении эффективности сельскохозяйственного производства. Это обеспечивает устойчивое развитие аграрного сектора, стабильный высокий урожай и сохранение сортового наследия, что особенно важно при изменении климатических условий и глобальных вызовов современного сельского хозяйства.

Материалы и методы исследования

Исследования проводили на полях научного севооборота лаборатории семеноведения и первичного семеноводства Федерального научного центра зернобобовых и крупяных культур в 2019-2023 гг. в питомниках испытания потомств первого и второго года.

Почвы опытного участка темно – серые лесные, по механическому составу среднесуглинистые. Агрохимическая характеристика почвы: мощность гумусового горизонта 30-35 см, содержание гумуса по Тюрину 4,1-4,5%, количество подвижного

фосфора и обменного калия по Кирсанову 10,8 и 22 мг на 100 г почвы. Легкогидролизуемого азота по Кононовой 6,7-7,2 мг на 100 г почвы, pH солевой вытяжки – 5,6-6,0.

Предшественник – пар. Ранневесеннее боронование для закрытия влаги. Предпосевная обработка почвы – две культивации с боронованием. Минеральные удобрения из расчета $N_{45}P_{60}K_{60}$ д.в. на гектар. Посев проводили селекционной сеялкой СКС 6- 10 с кассетным и порционным аппаратом. Комплекс полевых агротехнических мероприятий выполнялся в соответствии с требованиями зональной системы земледелия, с соблюдением методических указаний, связанных с получением чистосортного высококачественного семенного материала.

Проведение фенологических наблюдений, измерение морфологических параметров растений, определение величины и структуры урожая, сортовых и посевных качеств, урожайных свойств семенного материала, анализы, учеты, оценка морфологических и хозяйственно полезных признаков проведены по общепринятым методикам: Методические указания Госсортсети (1985), Методические указания по производству семян элиты зерновых, зернобобовых и крупяных культур (1990). Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с использованием метода дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985).

Определение посевных качеств - энергии прорастания, лабораторной всхожести и другие показатели качества семян - по ГОСТ: ГОСТ 12038-84, ГОСТ 12042-80, ГОСТ 12037-81, ГОСТ Р 52325-2005, содержание белка в зерне – ГОСТ 13586.1-86.

Индивидуальный отбор растений (колосьев) для структурного анализа проводили в фазу полной спелости.

Объект исследований – новый сорт озимой пшеницы Скипетр 2. В 2023 году в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, внесен новый сорт озимой пшеницы Скипетр 2 селекции ФГБНУ ФНЦ ЗБК по Центральному (3), Волго - Вятскому (4) и Средневолжскому (7) регионам. Рекомендован для возделывания в Калужской и Свердловской областях, Пермском крае, республике Марий Эл, республике Татарстан и республике Удмуртия [3].

Предмет изучения – посевные качества, урожайные свойства, качество выращенной продукции, урожайность.

Основной метод работы – индивидуально-семейственный отбор с двухгодичной оценкой семей по потомству (Гуляев и др., 1987). Технология возделывания озимой пшеницы – общепринятая для Орловской области. Нормы высева – 350 шт. всхожих семян на квадратный метр. Уборку проводили в фазу полной спелости зерна селекционным комбайном ZURN-130 поделяночно.

Метеорологические условия в 2019-2023 гг. в период вегетации озимой пшеницы за апрель – июль месяцы по данным метеостанции «Орел» были контрастными, что позволило оценить реакцию изучаемого сорта на различные условия по влагообеспеченности. По влагообеспеченности и температурному режиму 2019 г. можно характеризовать как достаточно увлажненный, 2020, 2021, 2022 гг. – как избыточно увлажненные, 2023 – слабо засушливый, количество выпавших осадков варьировало от 143,0 до 245,4 мм в год. Гидротермический коэффициент – от 0,86 до 1,71.

Результаты исследований и их обсуждение

Первичное семеноводство озимой пшеницы нового сорта Скипетр 2 начиналось с отбора 1000 лучших колосьев элитных растений, отобранных на высокопродуктивных и чистосортных посевах питомников размножения. Данные колосья являлись исходным материалом для закладки питомника испытания потомств первого года (ПИП –1), который за 2019-2023 годы исследований высевали на площади 0,024 га, где изучалось по 320 семей ежегодно (табл.1).

Посев питомника испытания потомств первого года (ПИП-1) проводили сеялкой СКС-6-10, оборудованной кассетным аппаратом, индивидуально для каждого колоса. Количество семей высевали в зависимости от объема потребности в семенах. В данном питомнике проводилась браковка семей по хозяйственно ценным и биологическим признакам и

свойствам (высоте растения, длине колоса, дате колошения, цветения, устойчивости к болезням, полеганию, продуктивности, массе 1000 семян, выходу семян и весу семьи). Семьи сравнивали со стандартом, который высевали через 20 номеров. В качестве стандарта использовали семена элиты предыдущих лет. Лучшие после браковки семьи убирали вручную, обмолачивали индивидуально на молотилке МЗБ -1 и семена помещали в отдельный мешочек с этикеткой, которые после подработки в дальнейшем использовали для посева в питомнике испытания потомств второго года (ПИП-2).

Анализ таблицы 1 показывает, что за 2019-2023 гг. было отобрано 4555 элитных колосьев, из которых в питомнике испытания потомства первого года посеяно 1600 семей. Оценка каждого колоса, во время его индивидуального обмолота проводилась с оценкой зерна по крупности, выравненности, числу зерен с колоса. Колосья использовали с количеством зерен от 40 и более. Семена с каждого колоса складывали в отдельный пакет для посева в питомнике испытания потомств первого года.

Процент выбраковки семей варьировал от 20% в 2023 году до почти 49% в 2021 году, что свидетельствует о строгой семеноводческой работе и высокой требовательности к качеству будущего материала. Количество оставшихся для посева и страхового фонда семян в целом увеличивалось по мере выполнения работы и составляло в сумме 1118 шт., что обеспечивает достаточный запас высококачественного семенного материала.

Таблица 1

Объем работ и результаты браковки семей озимой пшеницы сорта СКИПЕТР 2 в питомнике испытания потомств первого года

Годы	Отобрано колосьев, шт	Высеяно семей, шт	Площадь, га	Выбраковано семей по признаку, шт						Выбраковано, шт.	% браковки	Осталось для посева и страхового фонда, шт.
				В полевых и лабораторных условиях								
				Высота растений, см	Длина колоса,см	дате		Болезни	По урожайности			
						Колошения	Цветения					
2019	1000	320	0,024	25	40	-	-	10	32	107	33,4	213
2020	1000	320	0,024	32	29	3	3	11	43	121	37,8	199
2021	1050	320	0,024	36	28	12	15	18	47	156	48,8	164
2022	1005	320	0,024	19	16	5	3	10	37	90	28,1	230
2023	500	320	0,024	14	11	1	2	7	29	64	20,0	256
итого	4555	1600	0,12	116	114	21	23	56	182	482	30,1	1118

Высота растений и длина колоса колебалась в пределах, соответствующих сортовым стандартам, а показатели болезней и вес семьи также демонстрируют стабильность и здоровое развитие исследуемого сорта

В питомнике ПИП-2 высевали от 60 до 180 потомств, лучшими семьями полученными из питомника испытания потомств первого года (ПИП-1). В течение всего вегетационного периода озимой пшеницы проводили фенологические наблюдения, уход, браковки нетипичных, изреженных, полегших и пораженных болезнями потомств (семей). Затем лучшие семьи убирали поделночно. Объем работ и результаты браковки семей озимой пшеницы в питомнике испытания потомств второго года представлен в таблице 2.

**Объем работ нового сорта озимой пшеницы Скипетр 2 в питомнике испытания
потомств второго года**

Годы	Высеяно семей, шт.	Выбраковано семей, шт.	% браковки	Площадь посева, га	Валовый сбор, ц	Урожай ность, ц/га	Получено семян, ц	МТС, г	% выхода кондиционных семян
2019	60	8	13,3	0,08	4,52	56,5	3,66	49,3	80,97
2020	90	8	8,88	0,25	13,51	54,0	10,0	441,8	74,0
2021	90	1	1,1	0,36	20,74	79,8	16,3	445,0	78,6
2022	180	3	1,66	0,25	20,5	82,0	15,2	44,8	74,1
2023	180	2	1,1	0,14	7,6	54,3	6,1	51,0	80,2
Итого	600	22	3,7	1,08	66,87	61,9	51,26	46,3	76,7

Анализ таблицы 2 показывает, что выбраковка семей в питомнике испытания потомств второго года составляла от 1,1 до 13,3%. Количество полученных семян озимой пшеницы нового сорта Скипетр 2 в питомнике ПИП – 2 варьировало от 3,66 центнера в 2019 году до 16,3 центнера в 2021 году. Такая разница объясняется контрастными погодными условиями перезимовки и различным объемом высеянных семей. Всего получено за 5 лет 51,26 центнеров. К одному из главных элементов продуктивности озимой пшеницы относится показатель массы 1000 зерен. На данный признак влияют не только сортовые особенности, но и условия, которые складывались в период роста и развития, что имеет большое значение для характеристики качества семенного материала. Среднее значение показателя массы 1000 зерен в исследованиях изменялось по годам от 41,8 г. в 2020 году до 51 г. в 2023 году.

Большое значение в семеноводческой работе имеет такой показатель, как выход кондиционных семян. В среднем за годы исследований максимальный выход кондиционных семян (более 80%) отмечался в 2019 и 2023 гг.

После очистки и сортировки семена озимой пшеницы нового сорта Скипетр 2, полученные с питомника испытания потомств 2-го года прошли обязательную проверку в семенной инспекции (филиал ФГБУ «Россельхозцентр» по Орловской области), где по результатам анализа был выдан Протокол испытаний на семенной материал. Одним из главных показателей правильно организованного семеноводства являются сортовая чистота посевов и чистота семян. Было установлено, что чистота семян, полученных в разные годы, соответствовала требованиям стандарта и составляла 99,9%. Всхожесть по годам варьировалась от 96 до 98%, что соответствует установленным требованиям качества семян. Показатели посевных качеств семян в питомниках испытания потомств второго года представлены в таблице 3.

Таблица 3

**Посевные качества у нового сорта озимой пшеницы Скипетр 2 в питомнике испытания
потомств 2 года**

Показатели	Годы				
	2019	2020	2021	2022	2023
Количество семян, ц	3,66	10,0	16,3	15,20	5,2
Чистота семян, %	100	99,99	100	99,9	99,9
Масса 1000 семян	49,3	41,8	45,0	44,8	51,0
Всхожесть, %	98	98	97	98	98
Влажность, %	12,3	13,2	13,1	12,7	13,5

Анализ представленных данных в таблице 3 показывает, что посевной материал нового сорта озимой пшеницы Скипетр 2 в разные годы характеризовался стабильными высоким качеством и посевными признаками. Количество полученных семян в 2019 году – 3,66 ц,

увеличивалось в 2020 и 2021 годах до 16,3 центнера, что отражает рост посевных объемов и эффективности производства семян. В 2022 году объем семян снизился до 15,2 центнера, а в 2023 году до 5,2 центнера, что связано с погодными условиями и объемом посева. Общая тенденция показывает, что показатели чистоты семян (99,9%) и всхожести (98%) оставались стабильно высокими, соответствуя требованиям стандарта. Масса 1000 семян колебалась в пределах от 41,8 до 51 г, что говорит о хорошей репродуктивной массе семян и их высоком качестве. Влажность семян оставалась в диапазоне около 12,3-13,5%, что является оптимальным для сохранения семенного материала. В целом, данные свидетельствуют о сохранении высокой репродуктивной и посевной способности семян нового сорта Скипетр 2 на протяжении нескольких лет, что является важным условием для успешного дальнейшего использования и распространения этого сорта.

Таким образом, посевной материал нового сорта озимой пшеницы Скипетр 2, выращенный в различные годы в питомниках испытания потомств второго года, соответствовал нормативным требованиям ГОСТ 52325 -2005 и в дальнейшем будет высеваться в питомниках размножения 1,2 года, для получения оригинальных семян.

Заключение

В результате проведенных исследований подтверждена высокая эффективность индивидуально-семейного метода отбора при первичном семеноводстве нового сорта озимой пшеницы Скипетр 2. Полученные семена соответствуют ГОСТ 52325-2005 по посевным, сортовым показателям, что обеспечивает их пригодность для дальнейшего размножения и возделывания в указанных регионах. Особое значение приобретает стабильность и высокая семенная продуктивность сорта при различных погодных условиях, что свидетельствует о его потенциале для использования в аграрной практике. Внедрение данного сорта и совершенствование методов первичного семеноводства способствуют повышению урожайности и укреплению сортового наследия озимой пшеницы.

Исследования выполнены в рамках Государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по разделу № FGZZ-2024-0001 «Экономически обоснованные технологии семеноводства зерновых, зернобобовых, крупяных культур, сои и многолетних трав с применением ассортимента фитосанитарных средств на сортах нового поколения, для получения семян с высокими сортовыми, посевными качествами и урожайными свойствами, адаптивными к почвенно-климатическим условиям региона»

Литература

1. Безуглая Т.С., Самофалова Н.Е., Иличкина Н.П. Перспективные сорта пшеницы твердой озимой и их семеноводство. // Зерновое хозяйство России. – 2022. – Т.14, № 2. – С. 17-23. DOI 10.31367/2079-8725-2022-80-2-17-23.
2. Скворцова Ю.Г., Фирсова Т.И., Черткова Н.Г., Филенко Г.А. Особенности ведения первичного семеноводства озимой мягкой пшеницы. // Зерновое хозяйство России. – 2020. – № 5(71). – С. 80-85. DOI 10.31367/2079-8725-2020-71-5-80-85.
3. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1: «Сорта растений» / Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Росинформагротех». – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», – 2023. – 632

References

1. Bezuglaya T.S., Samofalova N.E., Ilichkina N.P. Promising varieties of hard winter wheat and their seed production. *Zernovoe khozyaistvo Rossii*. 2022, V. 14, no. 2, pp. 17-23. DOI 10.31367/2079-8725-2022-80-2-17-23.
2. Skvortsova Yu.G., Firsova T.I., Chertkova N.G., Filenko G.A. Peculiarities of primary seed production of winter soft wheat. *Zernovoe khozyaistvo Rossii*. 2020, no. 5(71), pp. 80 -85. DOI 10.31367/2079-8725-2020-71-5-80-85.
3. State Register of Breeding Achievements Approved for Use. Vol. 1: "Plant Varieties". Federal State Budgetary Scientific Institution "Rosinformagrotech". Moscow, FGBNU «Rosinformagrotekh», 2023, 632 p.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПРИМЕНЕНИИ В ПОВЫШЕНИИ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА ВЫЩЕЛОЧЕННОМ ЧЕРНОЗЕМЕ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В.Г. НЕБЫТОВ, кандидат биологических наук, E-mail: nebuytov@yandex.ru
В.И. МАЗАЛОВ, доктор сельскохозяйственных наук, E-mail: mazalov-1958@mail.ru
В.А. СТЕБАКОВ*, кандидат сельскохозяйственных наук

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

Аннотация. В длительном стационарном полевом опыте, на черноземе выщелоченном, тяжелосуглинистом с очень низким содержанием подвижного фосфора (38-47 мг/кг) изучена сравнительная эффективность доз и способов внесения суперфосфата и фосфоритной муки по фону I ($N_{60}K_{60}$) и фону II (последствию 24 т/га навоза с $N_{60}K_{60}$) на урожай зерна яровой пшеницы в нестабильных погодных условиях 2009-2024 гг. Вегетационные периоды 2009 и 2024 гг. отличались контрастными погодными условиями. В самом засушливом 2010 г. продолжительность совместного действия засухи и высоких температур отмечалась в течение всего вегетационного периода. Осадки выпадали в недостаточном количестве ниже среднемноголетних показателей: в мае – 21 мм, июне – 11 мм, июле – 49 мм, августе – 50 мм. В наиболее влажном 2016 г. количество осадков было выше среднемноголетних: в апреле на 21 мм, мае 32 мм, июне 19 мм, июле 52 мм и августе 162 мм. Определена тенденция низкой зависимости урожая зерна яровой пшеницы от майских осадков при ежегодном ($R_{сд90}$) и запасном ($R_{сд270}$) по $N_{60}K_{60}$ и по последствию 24 т/га с $N_{60}K_{60}$, $R^2=0,070$ и $R^2=0,089$, $R^2=0,104$ и $R^2=0,113$, в контроле – $R^2=0,173$. Оценка по показателю «температура воздуха – урожайность по вариантам опыта» выявила за апрель более высокую зависимость урожая зерна яровой пшеницы от среднесуточных температур, $R^2=0,559$... $0,282$. Применение минеральных удобрений и последствие навозного удобрения являлись важным фактором устойчивости урожая зерна яровой пшеницы к воздействию нестабильных погодных условий. Лучшей адаптацией ($V=26\%$ и $V=28\%$, $V=27\%$ и $V=29\%$) к нестабильным погодным условиям с более устойчивой 16 – летней динамикой урожая зерна яровой пшеницы соответствовали варианты опыта с применением суперфосфата и фосфоритной муки ежегодно ($R_{сд90}$ и $R_{ф90}$) и в запас ($R_{сд270}$ и $R_{ф270}$) с $N_{60}K_{60}$ и по последствию 24 т/га навоза с $N_{60}K_{60}$, в контроле, $V=40\%$. Наибольший 41% долевого вклад в приросте урожайности зерна яровой пшеницы отмечался в варианте последствия 24 т/га навозного удобрения и меньший 16% и 37%, 35% и 24% от азотно – калийных и примененных ежегодно ($R_{сд90}$) и фосфоритной муки ($R_{ф90}$) и в запас $R_{сд270}$ и $R_{ф270}$ по $N_{60}K_{60}$. Показана равнозначная эффективность повышения урожая зерна яровой пшеницы от ежегодного и запасного способов внесения суперфосфата и фосфоритной муки. При несущественно различающихся в приросте (0,69 т/га и 0,64 т/га и 1,27 т/га и 1,26 т/га; 0,45 т/га, 1,11 т/га и 1,08 т/га) урожая зерна яровой пшеницы между ежегодным $R_{сд90}$ и $R_{ф90}$ и запасным $R_{сд270}$ и $R_{ф270}$ применением суперфосфата и фосфоритной муки по $N_{60}K_{60}$ и фону последствия навоза с $N_{60}K_{60}$ оправдано периодическое (запасное) внесение суперфосфата и фосфоритной муки в ротацию севооборота.

Ключевые слова: яровая пшеница (*Triticum aestivum* L.), способы внесения фосфорных удобрений, суперфосфат, фосфоритная мука, выщелоченный чернозем.

Для цитирования: Небытов В.Г., Мазалов В.И., Стебаков В.А. Эффективность фосфорных удобрений при длительном применении в повышении урожайности зерна яровой

THE EFFECTIVENESS OF PHOSPHOROUS FERTILIZERS WITH LONG-TERM USE IN INCREASING THE YIELD OF SPRING WHEAT GRAINS IN THE LEACHED CHERNOZEM OF THE OREL REGION

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

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

* FSBSI FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS

Abstract: In a long-term stationary field experiment, on leached, heavy loam chernozem with a very low content of mobile phosphorus (38-47 mg/kg), the comparative effectiveness of doses and methods of applying superphosphate and phosphoric acid according to background I ($N_{60}K_{60}$) and background II (aftereffect of 24 t/ha of manure from $N_{60}K_{60}$) on the crop was studied spring wheat grains in unstable weather conditions 2009-2024. The growing seasons of 2009 and 2024 were characterized by contrasting weather conditions. In the driest year of 2010, the duration of the combined effect of drought and high temperatures was observed throughout the growing season. Precipitation was insufficiently below the annual average: in May - 21 mm, in June - 11 mm, in July - 49 mm, in August - 50 mm. In the wettest year of 2016, precipitation was higher than the annual average: in April (21 mm), May (32 mm), June (19 mm), July (52 mm) and August (162 mm). A tendency of low dependence of the yield of spring wheat grain on May precipitation was found for annual (Ps90) and reserve (Ps270) $N_{60}K_{60}$ and aftereffect of 24 t/ha from $N_{60}K_{60}$, $R^2=0.070$ and $R^2=0.089$, $R^2=0.104$ and $R^2=0.113$, in the control - $R^2=0.173$. The assessment of the indicator "air temperature – yield according to experimental options" revealed in April a higher dependence of the yield of spring wheat grain on average daily temperatures, $R^2= 0.559...0.282$. The use of mineral fertilizers and the aftereffect of manure fertilizers were an important factor in the stability of spring wheat crops to the effects of unstable weather conditions. The best adaptation ($V=26\%$ and $V= 28\%$, $V=27\%$ and $V= 29\%$) to unstable weather conditions with a more stable 16-year dynamics of the spring wheat grain harvest corresponded to the variants of the experiment using superphosphate and phosphorous flour annually (Ps90 and Pf90) and in reserve (Ps270 and Pf270) with $N_{60}K_{60}$ and the aftereffect of 24 t/ha of manure from $N_{60}K_{60}$, in control, $V=40\%$. The largest 41% share in the increase in the yield of spring wheat grain was noted in the aftereffect of 24 t/ha of manure fertilizer and less than 16% and 37%, 35% and 24% of nitrogen – potash and applied annually (Ps90) and phosphorous flour (Pf90) and in the stock of Ps270 and Pf270 according to $N_{60}K_{60}$. The equivalent efficiency of increasing the yield of spring wheat grain from the annual and reserve methods of applying superphosphate and phosphorous flour is shown. With slightly different increments (0.69 t/ha, 0.64 t/ha and 1.27 t/ha, 1.26 t/ha; 0.45 t/ha and 1.11 t/ha and 1.08 t/ha) of spring wheat grain yields between the annual Ps90 and Pf90 and the annual Ps270 and Pf270 application superphosphate and phosphorous flour according to $N_{60}K_{60}$ and the background of the aftereffect of manure from $N_{60}K_{60}$, periodic (reserve) introduction of superphosphate and phosphorous flour into the rotation of crop rotation is justified.

Keywords: spring wheat (*Triticumaestivum* L.), methods of applying phosphorous fertilizers, superphosphate, phosphoric flour, leached chernozem.

В структуре посевных площадей Орловской области среди яровых зерновых яровая пшеница занимает второе место. Посевная ее площадь возросла с 19,7 тыс. га (2013 г.) до 104,4 тыс. га (2024 г.). Урожайность культуры в 2010-2011 гг. составляла 1,77-1,78 т/га и существенно повысилась до 3,92 т/га в 2024 г. Такому значительному наращиванию посевных площадей и прироста урожайности способствовали достижения селекционеров, создавших высокопродуктивные сорта яровой пшеницы и технологии ее возделывания [1, 2,

3]. Погодные условия Орловской области с сопровождающимися весенними и летними засухами в период вегетации, могут существенно снизить урожайность и хлебопекарные показатели зерна яровой пшеницы. Поэтому, наряду с высокой урожайностью, сорта должны быть приспособлены к местным условиям, с меньшим размахом колебаний урожайности по годам в меняющихся контрастных погодных условиях. Оптимизация минерального питания растений в сочетании с подкормками микроэлементами существенно повышали урожайность зерна яровой пшеницы [4]. В засушливых условиях наибольший агрономический эффект в повышении урожайности яровой пшеницы на почвах с низким содержанием подвижного фосфора обеспечивается улучшением фосфорного питания. Внесение фосфоритной муки является эффективным приемом повышения плодородия почв, по длительности последствий превышающим водорастворимые фосфорные удобрения [5, 6, 7, 8, 9]. Эффективность основного внесения суперфосфата и фосмуки под вспашку повышается, в условиях пересушенности верхнего слоя почвы ввиду недостаточной эффективности внесения под предпосевную культивацию водорастворимых фосфорных удобрений. Основным условием повышения почвенного плодородия, увеличения и стабилизации урожайности яровой пшеницы с высокими показателями ее качества является сбалансированное минеральное питание макроэлементами, включая применение навозного удобрения.

Цель исследований – оценка эффективности доз и способов внесения суперфосфата и фосфоритной муки, примененных по $N_{60}K_{60}$ и по последствию 24 т/га навоза с $N_{60}K_{60}$ в контрастных погодных условиях на выщелоченном, тяжелосуглинистом черноземе с очень низким содержанием подвижного фосфора в повышении урожайности зерна яровой пшеницы.

Условия, материалы и методы

Исследования проводили в полевом стационарном опыте Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции, заложенном в 1899 году. Севооборот развернут в пространстве 4 полями: 1 – чистый пар, 2 – озимая пшеница, 3 – кукуруза на силос, 4 – яровая пшеница. С 2006 года на каждое поле вносятся (д. в - ва, кг/га) по фону аммиачной селитры и хлористого калия ($N_{60}K_{60}$) и по навозу с $N_{60}K_{60}$ – двойной суперфосфат и фосфоритная мука ежегодно ($P_{сд90}$ и $P_{ф90}$) и в запас на ротацию севооборота ($P_{сд270}$ и $P_{ф270}$). Доза навозного удобрения, вносимого в пару – 24 т/га. С учетом преемственности схемы опыта навоз, суперфосфат и фосфоритная мука вносятся на тех же делянках, где они вносились с 1913 по 1949 гг. Контрольные делянки с 1870 года и по настоящее время находятся в длительном сельскохозяйственном использовании. Общая площадь контрольной делянки и с отдельным внесением фосфорных удобрений – 144 м², на фоне навоза – 288 м². Повторность опыта 2-х – кратная. В 2009-2024 гг. возделывали сорт яровой пшеницы Дарья. Почва – чернозем выщелоченный, тяжелого гранулометрического состава (илистая фракция – 30%, физической глины – 53%), среднемощный на лессовидном карбонатном суглинке. Содержание в контроле (0– 20 см): гумуса по Тюрину- 6,7-6,9%; pH_{KCl} – 4,97 - 5,03; Нг – 6,87 – 7,12 мг – экв/100 г; S – 30,1-32,2 мг – экв/100 г; подвижного фосфора (P_2O_5) – 38-47 мг/кг и обменного калия (K_2O) 128 – 132 мг/кг (по Чирикову), степень подвижности – 0,16 мг/л P_2O_5 , CaP_1 -2,8, CaP_{11} -2,7, $Al-P$ – 4,8, $Fe-P$ – 13,9, $Ca-P_{111}$ – 13,2 (мг/кг). Статистическая обработка урожайных данных проведена методами дисперсионного, вариационного и корреляционного анализов (Б.А. Доспехов, 1985).

Результаты и их обсуждение

На рост и развитие, прохождение фаз вегетации, урожайность, содержание и состав белков зерна яровой пшеницы может оказывать негативное влияние условия засухи [10]. Поскольку урожайность яровой пшеницы зависит от фенофазы онтогенеза растений, на которую воздействовало стрессовое влияние погодных условий, необходимо учитывать связь гидротермических условий с прохождением основных фаз вегетации растений [11]. Вегетационные периоды 2009-2024 гг. отличались контрастными погодными условиями (табл. 1).

Таблица 1

Отклонения месячных значений суммы осадков и температуры воздуха от среднеголетних показателей (метеостанция Верховье)

Годы	Сумма осадков, мм					Температура воздуха, °С				
	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август
2009	-37	-8	-22	-55	-17	-1,4	-0,2	0,9	0,1	-2,2
2010	-21	-11	-49	-50	-15	0,3	2,4	2,9	5,8	5,3
2011	-10	-12	93	67	70	-1,6	2,0	1,5	2,3	0
2012	18	-20	-12	-46	83	1,3	2,4	-0,3	1,2	0,2
2013	-7	-10	-36	-12	5	-0,3	3,9	2,1	-1,2	0,4
2014	-9	-9	10	-79	-34	-0,4	2,7	-1,8	1,4	1,7
2015	4	-14	-23	-6	-49	-1,5	0,9	0,6	-0,6	0
2016	21	32	19	52	116	0,8	0,1	-0,2	0,9	1,3
2017	-26	-9	-10	-34	-16	-0,6	-1,6	-2,3	-1,7	1,4
2018	7	-12	-55	20	-38	-0,1	2,6	-0,2	0,4	1,7
2019	-19	21	2	-36	-27	0,8	1,8	2,4	-2,5	-0,9
2020	0	70	20	-22	-31	-2	-3,3	1,4	-0,5	-0,8
2021	40	11	5	-66	-11	-1,3	-0,2	1,9	2,4	2,3
2022	60	5	-21	-29	-4	-1,1	-3,4	1,3	-0,3	3,3
2023	27	-15	-17	-60	9	1,9	-0,9	-1,2	-0,8	1,8
2024	11	-17	-1	-47	-28	4	-1,4	1,5	2,5	1,8

В 2009 и 2017 гг. осадки выпадали в меньшем от среднегодовом значении количестве: в мае – 37 и – 26 мм, июне – 8 и – 9 мм, июле – 22 и – 10 мм, августе – 55 и – 16 мм. В 2012, 2013, 2023, гг. основной недостаток осадков пришелся на май (– 20, – 10, – 15 мм), июнь (– 12, – 36, – 17 мм), июль (– 46, – 12, – 60 мм). В самом засушливом 2010 г. температуры воздуха были значительно выше среднегодовом значений: в мае на 2,4°C, июне – 2,9°C, июле – 5,8°C и августе – 5,3°C. Продолжительность совместного действия засухи и высоких температур отмечались в течение всего вегетационного периода. Причем высокие температуры воздуха, включая продолжительные периоды температур выше 30°C сочетались с недостатком осадков. В 2010 г. осадки выпадали ниже среднегодовом показателей: в мае – 21 мм, июне – 11 мм, июле – 49 мм, августе – 50 мм. Экстремально засушливые условия 2010 года существенно повлияли на использование растениями яровой пшеницы фосфора фосфоритной муки и суперфосфата. В фазе кущения содержание фосфора в листьях яровой пшеницы на делянках с ежегодным внесением суперфосфата было больше на 0,11-0,13%, в сравнении с ежегодным и запасным внесением фосфоритной муки, свидетельствующим о более интенсивном в этот период использования фосфора суперфосфата растениями культуры. В 2016 г. значения температуры воздуха в мае, июле и августе были выше среднегодовом на 0,1, 0,9 и 1,3°C, количество осадков было выше среднегодовом: в апреле на 21 мм, мае 32 мм, июне 19 мм, июле 52 мм и августе 162 мм, что свидетельствовало о высокой увлажненности вегетационного периода.

С целью изучения зависимости между урожаем зерна яровой пшеницы и погодными условиями сопоставлялись данные ее урожайности по вариантам опыта с показателями месячных 16-летних значений осадков и температуры воздуха. Оценка статистической обработки данных показала отсутствие существенного взаимодействия между урожайностью по вариантам опыта и суммой осадков за апрель, май, июнь, июль, август и в целом за вегетационный период ($R^2=0,01$ – $R^2=0,293$), то есть, 1-9% варьирования урожаев было обусловлено колебаниями осадков (табл. 2).

Таблица 2

Коэффициент детерминации урожайности зерна яровой пшеницы в зависимости от суммы осадков, среднесуточной температуры воздуха и способов внесения форм фосфорных удобрений, среднее за 2019-2024 гг.

Вариант	Сумма осадков, мм						Температура воздуха, °С				
	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Σ апрель август	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август
Коэффициент детерминации, R²											
Контроль	0,004	0,173	0,075	0,142	0,103	0,188	0,559	0,006	0,008	0,001	0,001
N ₆₀ K ₆₀ - фон I	0,001	0,124	0,013	0,145	0,113	0,150	0,440	0,023	0,025	0,004	0,003
P _{сд90} ежег.+ фон I	0,008	0,070	0,026	0,014	0,072	0,059	0,439	0,018	0,063	0,033	0,001
P _{сд270} запас.+ фон I	0,001	0,089	0,020	0,129	0,142	0,154	0,495	0,052	0,086	0,022	0,002
P _{ф90} ежег. + фон I	0,002	0,128	0,032	0,162	0,161	0,210	0,476	0,021	0,058	0,012	0,001
P _{ф270} запас.+ фон I	0,001	0,106	0,018	0,119	0,135	0,159	0,477	0,023	0,062	0,037	0,002
Навоз 24 т/га –N ₂₄	0,005	0,080	0,083	0,022	0,169	0,157	0,333	0,002	0,033	0,145	0,021
N ₆₀ K ₆₀ + N ₂₄ - фон II	0,018	0,121	0,067	0,074	0,293	0,264	0,282	0,001	0,062	0,094	0,005
P _{сд90} ежег.+ фон II	0,010	0,104	0,065	0,027	0,087	0,095	0,405	0,012	0,111	0,067	0,010
P _{сд270} запас.+ фон II	0,019	0,113	0,046	0,041	0,073	0,087	0,463	0,027	0,098	0,082	0,011
P _{ф90} ежег. + фон II	0,002	0,125	0,024	0,012	0,067	0,079	0,477	0,001	0,108	0,056	0,001
P _{ф270} запас.+ фон II	0,002	0,141	0,058	0,063	0,124	0,165	0,481	0,001	0,107	0,052	0,001

Низкие значения коэффициентов детерминации между показателями «сумма осадков и урожайность по вариантам опыта» находились в пределах: за май $R^2=0,173...0,070$, июнь $R^2=0,083...0,013$, июль $R^2=0,162...0,012$, за весь вегетационный период $R^2=0,210...0,079$. Несмотря на то, что в начальный период роста, растения яровой пшеницы предъявляют наибольшие требования к питанию фосфором, коэффициенты детерминации были за апрель еще меньше, $R^2=0,019...0,001$. В критический период поглощения влаги растениями пшеницы (кущение-выход в трубку) необходимо отметить тенденцию меньшей зависимости урожая зерна яровой пшеницы от майских осадков при ежегодном ($P_{сд90}$) и запасном ($P_{сд270}$) по $N_{60}K_{60}$ внесении суперфосфата, коэффициенты детерминации составили $R^2=0,070$ и $R^2=0,089$, соответственно, в контроле – $R^2=0,173$. В сравнении с контролем по последствию 24 т/га навоза в сочетании с ежегодным ($P_{сд90}$) и запасным ($P_{сд270}$) по $N_{60}K_{60}$ применении суперфосфата также проявилась аналогичная низкая зависимость урожая зерна яровой пшеницы от майских осадков, $R^2=0,104$ и $R^2=0,113$. В последующий период вегетации, отмечалась подобная тенденция меньшей зависимости урожая зерна яровой пшеницы по вариантам опыта от июньских и июльских осадков при ежегодном ($P_{сд90}$) и запасном ($P_{сд270}$) по $N_{60}K_{60}$ применении суперфосфата, $R^2=0,026$ и $R^2=0,014$, $R^2=0,020$ и $R^2=0,129$. При ежегодном ($P_{ф90}$) и запасном ($P_{ф270}$) внесении фосфоритной муки по фону I и по фону II в сравнении с суперфосфатом отмечена большая зависимость урожая зерна яровой пшеницы от майских осадков, коэффициенты детерминации составили $R^2=0,128$ и $R^2=0,106$, $R^2=0,125$ и $R^2=0,141$. Оценка по показателю «температура воздуха – урожайность по вариантам опыта» выявила за апрель более высокую зависимость урожая зерна яровой пшеницы от среднесуточных температур, $R^2= 0,559... 0,282$. Коэффициенты детерминации «температура воздуха – урожайность по вариантам опыта» за май 1-5%, июнь 1-11%, июль 1-14%, август 1-2%, невысоки и не позволяют использовать в полной мере данные показатели для оценки зависимости урожая зерна яровой пшеницы от удобрений и погодных условий. Вместе с тем обеспеченность теплом вегетационного периода опосредованно, через влагообеспеченность, оказывает существенное влияние на величину урожайности и показатели качества зерна яровой пшеницы.

При длительном 155- летнем сельскохозяйственном использовании в пашне выщелоченного чернозема с очень низким содержанием в пахотном слое подвижного фосфора (в контроле – 38-47 мг/кг) урожай зерна яровой пшеницы в среднем за 16 лет составил 1,85 т/га, с варьированием в 2011 и 2024 гг. от 1,03 т/га до 4,60 т/га (табл.3).

Таблица 3

Эффективность удобрений в повышении и стабилизации урожая зерна яровой пшеницы сорта Дарья, т/га

Вариант	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Среднее	Коэффициент вариации, V%
Контроль	2,00	1,46	1,03	1,95	1,84	2,08	2,15	1,13	1,30	1,92	1,87	1,34	1,03	1,66	2,84	4,06	1,85	40
N ₆₀ K ₆₀ - фон I	2,15	1,56	1,67	2,14	2,14	2,62	2,29	1,17	1,80	1,98	2,01	2,04	1,25	1,89	3,26	4,29	2,14	34
P _{сд90} ежег.+ фон I	2,15	1,81	1,75	2,25	2,19	2,87	3,58	2,59	2,30	2,68	2,72	2,10	1,44	2,29	3,38	4,50	2,54	29
P _{сд270} запас.+ фон I	2,20	1,81	1,75	2,19	2,21	3,12	2,43	1,80	2,75	2,58	2,64	2,21	1,55	2,43	3,43	4,70	2,49	30
P _{ф90} ежег. + фон I	2,05	1,89	1,67	2,22	2,18	2,87	2,33	1,29	2,40	2,33	2,41	2,13	1,24	2,09	3,35	4,33	2,30	32
P _{ф270} запас.+ фон I	2,05	1,58	1,75	2,33	2,17	2,80	2,15	1,34	2,50	2,50	2,63	2,11	1,25	2,19	3,11	4,35	2,30	31
Навоз 24 т/га –N ₂₄	2,25	1,92	1,81	2,37	2,17	2,18	3,54	1,72	2,70	3,46	3,77	2,18	1,38	2,00	4,09	4,08	2,60	33
N ₆₀ K ₆₀ + N ₂₄ - фон II	2,20	2,15	1,96	2,46	2,16	3,04	3,70	1,47	3,13	3,48	3,81	2,23	1,68	2,13	3,76	4,31	2,73	31
P _{сд90} ежег.+ фон II	2,25	2,69	2,18	2,95	2,25	3,19	4,31	2,92	3,45	3,52	3,92	2,27	2,06	2,95	4,5	4,56	3,12	26
P _{сд270} запас.+ фон II	2,24	2,55	2,39	2,97	2,27	2,95	3,63	2,50	3,50	3,60	4,03	2,29	2,02	3,12	5,02	4,66	3,11	28
P _{ф90} ежег. + фон II	2,25	2,44	2,44	2,83	2,18	3,09	3,72	2,63	3,25	3,54	3,87	2,16	1,72	2,35	4,3	4,56	2,96	27
P _{ф270} запас.+ фон II	2,24	2,49	2,09	2,89	2,19	3,16	3,66	2,21	3,30	3,50	3,81	2,19	1,76	2,30	4,42	4,67	2,93	29
НСР ₀₅	0,17	0,23	0,11	0,60	0,26	0,28	1,11	0,36	0,46	0,31	0,38	0,24	0,21	0,82	0,38	0,41	-	-

Применение органических удобрений – основное условие улучшения физических, химических и биологических свойств, водного и воздушного режимов почв, обеспечивающих устойчивость по годам и получение высоких урожаев зерновых культур. По результатам данного опыта можно подтвердить высокую эффективность органической и органоминеральной систем удобрения, обеспечивших получение наибольших прибавок урожая зерна яровой пшеницы по сравнению с контролем – на 0,75 – 1,27 т/га. Самый большой 41% долевого вклад в росте урожайности яровой пшеницы отмечался в варианте последействия навозного удобрения (Навоз 24 т/га – Н₂₄). Последействие 24 т/га навоза увеличило урожайность яровой пшеницы в 2009 году на – 0,25 т/га, 2010 – 0,46 т/га, 2011 – 0,78 т/га, 2018 – 1,54 т/га, 2019 – 1,90 т/га и 2023 – 1,25 т/га. Расчеты показали меньшее на 16% доленое участие в приросте урожая зерна яровой пшеницы от азотно – калийных удобрений и на 37%, 35% и 24% от примененных ежегодно (Р_{сд90} и Р_{ф90}) и в запас (Р_{сд270} и Р_{ф270}) по N₆₀K₆₀. В среднем за 2009-2024 гг. отмечено высокое положительное действие суперфосфата в сравнении с фосфоритной мукой на урожайность яровой пшеницы. Величина прибавок существенно не зависела от доз и способов внесения форм фосфорных удобрений, однако изменялась по годам. Важным условием получения наибольшего эффекта от применения фосфорных удобрений было обеспечение растений пшеницы азотом. Ежегодное Р_{сд90} и запасное Р_{сд270} внесение суперфосфата по N₆₀K₆₀ в сравнении с аналогичным внесением фосфоритной муки в среднем за 16 лет имело существенное преимущество в больших прибавках урожая – 0,69 т/га и 0,64 т/га. Фосфоритная мука, внесенная ежегодно (Р_{ф90}) и в запас (тройная доза Р_{ф270}) по N₆₀K₆₀ обеспечила одинаковый 0,45 т/га прирост урожая зерна яровой пшеницы. В динамике за 2009 г. – 2024 гг. ежегодный способ внесения суперфосфата в дозе Р_{сд90} по N₆₀K₆₀ имел существенное преимущество в 2015 г. и 2016 г. перед запасным Р_{сд270}, получены существенные прибавки урожая – 1,43 и 1,46 т/га. В 2014 и 2017 гг. напротив запасный способ внесения суперфосфата в дозе Р_{сд270} по N₆₀K₆₀ был более эффективен в росте урожая перед ежегодным Р_{сд90}, получены прибавки урожая – 1,04 и 1,75 т/га. В варианте последействия 24 т/га навоза по азотно-калийному фону (N₆₀K₆₀) величина прироста урожая зерна яровой пшеницы в среднем за 16 лет составила – 0,88 т/га. Последействие 24 т/га навоза с N₆₀K₆₀ существенно увеличивало урожайность яровой пшеницы: в 2009 году на – 0,20 т/га, 2010 – 0,69 т/га, 2011 - 0,093 т/га, 2013 г. – 0,32 т/га, 2014 г. – 0,96 т/га, 2015 г. – 1,33 т/га, 2017 г. – 1,83 т/га, 2018 – 1,38 т/га, 2019 – 1,34 т/га т/га, 2020 – 0,89 т/га, 2021 – 0,65 т/га и 2023 на – 0,92 т/га. Из сравниваемых способов внесения суперфосфата отмечалась практически одинаковая отдача (1,27 и 1,26 т/га) прироста урожая зерна яровой пшеницы от ежегодного Р_{сд90} и запасного Р_{сд270} применения по фону последействия навоза с N₆₀K₆₀. Самая высокая урожайность зерна яровой пшеницы (5,02 т/га) получена в варианте запасного внесения суперфосфата Р_{сд270} по фону последействия навоза с N₆₀K₆₀ в 2023 году. Эффект ежегодной и тройной дозы (Р_{ф90} и Р_{ф270}) по фону II в среднем за 16 лет проявлялся в меньших на 10 - 8% прибавках урожая, чем при ежегодном и запасном внесении суперфосфата. По фону II в 2011 году ежегодный способ внесения фосфоритной муки Р_{ф90} имел преимущество в росте урожая перед подобным способом внесения суперфосфата, прирост урожая зерна яровой пшеницы составил 1,41 т/га. Результаты 16 летних исследований позволяют заключить, что при практически одинаковом приросте (0,69 и 0,64 т/га) и (1,27 и 1,26 т/га) урожая зерна яровой пшеницы от ежегодного Р_{сд90} и запасного Р_{сд270} применения суперфосфата по N₆₀K₆₀ и последействию навоза с N₆₀K₆₀ рекомендовано его запасное применение в ротацию севооборота. При равных (0,45 т/га) прибавках урожая зерна яровой пшеницы от ежегодного (Р_{ф90}) и запасного (Р_{ф270}) внесения фосфоритной муки с N₆₀K₆₀ и несущественных различиях между способами ее внесения фону последействия навоза с N₆₀K₆₀ (1,11 и 1,08 т/га) оправдано ее запасное внесение в ротацию севооборота. Полученные экспериментальные данные соответствуют выводам об эффективности периодического в запас внесения фосфорных удобрений, научной основой которого является действие остаточных количеств удобрений (А.В. Соколов, К.Ф. Гладкова, 1979). Данные 16 – летних исследований свидетельствовали о стабилизирующем влиянии удобрений на варьирование урожая зерна яровой пшеницы в 2009-2024 гг. от погодных

условий. В контроле отмечено наибольшее варьирование урожая по годам, коэффициент вариации имел самое высокое значение – $V=40\%$. В сравнении с контролем, низким варьированием урожая ($V=26-34\%$) отличались варианты опыта с минеральными удобрениями и последствием навоза. В вариантах внесения азотно-калийных удобрений коэффициент вариации был равен $V=34\%$ и более его низкое значение – $V=29\%$ и $V=30\%$ отмечено в вариантах ежегодного ($P_{сд90}$) и запасного внесения суперфосфата ($P_{сд270}$) с $N_{60}K_{60}$. Несколько большая величина $V=32\%$ и $V=31\%$ коэффициентов вариации выявлена в вариантах ежегодного $P_{ф90}$ и запасного $P_{ф270}$ внесения фосфоритной муки по азотно-калийному фону. В сравнении с контролем, последствие 24 т/га навоза, способствовало меньшей колеблемости урожая зерна яровой пшеницы от погодных условий – $V=33\%$. Стабилизирующее влияние последствия 24 т/га навоза в сочетании с азотно-калийными ($N_{60}K_{60}$) и фосфорными удобрениями проявилось в меньшей вариабельности урожая зерна яровой пшеницы по годам – $V=31\%$ – $V=26\%$. Лучшей адаптацией с более устойчивой динамикой 16-летней урожайности яровой пшеницы к погодным условиям соответствовали варианты опыта с применением суперфосфата и фосфоритной муки ежегодно ($P_{сд90}$ и $P_{ф90}$) и в запас ($P_{сд270}$ и $P_{ф270}$) по последствию 24 т/га навоза с $N_{60}K_{60}$, коэффициенты вариации были соответственно равны $V=26\%$ и $V=28\%$, $V=27\%$ и $V=29\%$.

Заключение

Отмечена тенденция меньшей зависимости урожая зерна яровой пшеницы от майских осадков при ежегодном ($P_{сд90}$) и запасном ($P_{сд270}$) по $N_{60}K_{60}$ применении суперфосфата, $R^2=0,070$ и $R^2=0,089$, в контроле – $R^2=0,173$. По последствию 24 т/га навоза в сочетании с ежегодным ($P_{сд90}$) и запасным ($P_{сд270}$) по $N_{60}K_{60}$ применением суперфосфата проявилась аналогичная низкая зависимость урожая зерна яровой пшеницы от майских осадков, $R^2=0,104$ и $R^2=0,113$. Оценка по показателю «температура воздуха – урожайность по вариантам опыта» выявила за апрель более высокую зависимость урожая зерна яровой пшеницы от среднесуточных температур, $R^2=0,559... 0,282$. Применение азотно-калийных и фосфорных удобрений, последствие навозного удобрения являлись важным условием повышения устойчивости яровой пшеницы к воздействию нестабильных погодных условий. По сравнению с контролем ($V=40\%$), азотно-калийными удобрениями ($V=34\%$), фосфоритной мукой, примененной ежегодно ($P_{ф90}$) и в запас ($P_{ф270}$) по фону I и II ($V=32\%$, $V=31\%$ и $V=27\%$, $V=29\%$) наиболее высокое стабилизирующее влияние с наименьшей ($V=29\%$, $V=30\%$ и $V=26\%$, $V=28\%$) зависимостью урожая зерна яровой пшеницы от погодных условий отмечено в вариантах ежегодного ($P_{сд90}$) и в запас ($P_{сд270}$) на ротацию севооборота внесения суперфосфата по $N_{60}K_{60}$ и последствию 24 т/га навоза с $N_{60}K_{60}$. Наибольшее 41% долевое участие в приросте урожая определено в варианте последствия 24 т/га навозного удобрения по фону, которого получен в 2023 году самый высокий – 5,02 т/га урожай зерна яровой пшеницы. Меньший на 16%, вклад в приросте урожая зерна яровой пшеницы получен от азотно – калийных удобрений и на 37%, 35% и 24% от примененных ежегодно ($P_{сд90}$ и $P_{ф90}$) и в запас ($P_{сд270}$ и $P_{ф270}$) по $N_{60}K_{60}$. Преимущество ежегодного $P_{сд90}$ и запасного $P_{сд270}$ внесения суперфосфата по $N_{60}K_{60}$ га по фону I и II в сравнении с фосфоритной мукой выражалось в высоких прибавках урожая – 0,69 т/га и 0,64 т/га и 1,43, и 1,46 т/га. При несущественных различиях в прибавках (0,69 т/га, 0,64 т/га и 1,27 т/га, 1,26 т/га; 0,45 т/га и 1,11 т/га и 1,08 т/га) урожая зерна яровой пшеницы между ежегодным $P_{сд90}$ и $P_{ф90}$ и запасным $P_{сд270}$ и $P_{ф270}$ способами применения суперфосфата и фосфоритной муки по $N_{60}K_{60}$ и фону последствия навоза с $N_{60}K_{60}$ рекомендовано периодическое (запасное) внесение суперфосфата и фосфоритной муки ($P_{сд270}$ и $P_{ф270}$) в ротацию севооборота

Литература

1. Лобода Б.П., Давыдова Н.В. Продуктивность и качество зерна новых сортов яровой пшеницы Немчиновской селекции. // Зерновое хозяйство России. – 2015. – № 2. – С. 15-22.
2. Барковская Т.А., Гладышева О.В., Давыдова Н.В. Сорта яровой мягкой пшеницы для Нечерноземья. // Земледелие. – 2018. – № 8. – С. 38-41. DOI:10/24411/0044-3913-2018-10811.
3. Игнатьева Г.В., Викулина Е.В., Сатарина З.Е., Булатова С.А. Сорта яровой пшеницы для Центрального Нечерноземья Российской Федерации. // Владимирский земледелец. – 2020. – № 2. – С. 56-62. DOI: 10.24411/2225-2584-2020- 10121

4. Федоренко В.Ф., Завалин А.А., Милащенко Н.З. и др. Научные основы производства высококачественного зерна пшеницы. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», – 2018. – 396 с.
5. Комаров В.И., Комарова Н.А., Гришина А.В. Темников В.Н. Оценка применения фосфоритной муки и динамика фосфатного режима почв. // *Агрохимический вестник*. – 2008. – № 6. – С. 32-34.
6. Емельянов Ю.Я., Копылов А.Н., Волюнкина О.В., Кириллова Е.В. Эффективность доз и способов внесения фосфорного удобрения при систематическом применении под яровую пшеницу. // *Плодородие*. – 2013. – № 3. – С. 11-13.
7. Кобякова Т. И. Эффективность фосфоритования черноземных почв северной лесостепи Курганской области. // *Аграрный вестник Урала*. – 2019. – № 9 (188). – С. 8-11. DOI: 10.32417/article_5dadfe3b006243.52917052.
8. Сорокина О.А. Эффективность действия и последствия фосфоритной муки на черноземе выщелоченном. // *Вестник КрасГАУ*. – 2020. – № 6. – С. 1-10. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-6-3-10.
9. Гарафутдинова К.Р., Рахманова Г.Ф., Маснавиева Р.Р. Влияние фосфоритной муки на агрохимическую характеристику чернозема выщелоченного и урожайность возделываемых культур. // *Плодородие*. – 2022. – № 5 (128). – С. 23-26.
10. Румянцева Н.И., Валиева А.И., Акулов А.Н., Асхадуллин Дан. Ф., Асхадуллин Дам. Ф., Василова Н.З. Влияние засухи и высоких температур на урожайность и качество зерна фиолетовозерных линий яровой мягкой пшеницы // *Biomics*. – 2021. – Т.13 (3). – С. 254-273. DOI: 10.31301/2221-6197.bmcs.2021-17.
11. Завалин А.А., Пасынкова Е.Н., Пасынков А.В. Зависимость урожая зерна яровой пшеницы от гидротермических условий межфазных периодов вегетации. // *Плодородие*. – 2010. – № 4. – С. 7-9.

References

1. Loboda B.P., Davydova N.V. Productivity and grain quality of new varieties of spring wheat of Nemchinovskaya breeding. *Zernovoe khozyaistvo Rossii*, 2015, no.2, pp. 15-22. (In Russian)
2. Barkovskaya T.A., Gladysheva O.V., Davydova N.V. Varieties of spring soft wheat for the Non-Black Earth Region. *Zemledelie*, 2018, no. 8, pp. 38-41. DOI:10/24411/0044-3913-2018-10811. (In Russian)
3. Ignat'eva G.V., Vikulina E.V., Satarina Z.E., Bulatova S. A. Spring wheat varieties for the central Non-Black Earth Region of the Russian Federation. *Vladimirskii zemledelets*, 2020, no.2, pp. 56-62. DOI: 10.24411/2225-2584-2020- 10121 (In Russian)
4. Fedorenko V. F., Zavalin A.A., Milashchenko N. Z. et al. Scientific basis for the production of high-quality wheat grain. Moscow, FGBNU «Rosinformagrotekh» Publ., 2018, 396 p. (In Russian)
5. Komarov V.I., Komarova N.A., Grishina A. V. Temnikov V. N. Evaluation of the use of phosphate rock and the dynamics of the phosphate regime of soils. *Agrokhimicheskii vestnik*, 2008, no. 6, pp.32-34. (In Russian)
6. Emel'yanov Yu.Ya., Kopylov A.N., Volynkina O.V., Kirillova E.V. Efficiency of doses and methods of application of phosphorus fertilizers with systematic application under spring wheat. *Plodorodie*, 2013, no. 3, pp. 11-13. (In Russian)
7. Kobyakova T. I. Efficiency of phosphorization of chernozem soils of the northern forest-steppe of the Kurgan region. *Agrarnyi vestnik Urala*. 2019, no. 9 (188). pp. 8-11. DOI:10.32417/article_5dadfe3b006243.52917052. (In Russian)
8. Sorokina O.A. Efficiency of action and after-effect of phosphate rock on leached chernozem. *Vestnik KrasGAU*. 2020, no. 6, pp. 1-10. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-6-3-10.
9. Garafutdinova, K. R., Rakhmanova G. F., Masnavieva R. R. The influence of phosphate rock on the agrochemical characteristics of leached chernozem and the yield of cultivated crops. *Plodorodie*, 2022. no. 5 (128), pp. 23-26 (In Russian)
10. Rumyantseva N.I., Valieva A.I., Akulov A.N., Askhadullin Dan. F., Askhadullin Dam. F., Vasilova N. Z. The influence of drought and high temperatures on the yield and grain quality of purple-grained lines of spring soft wheat. *Biomics*, 2021, Vol.13 (3), pp. 254-273. DOI: 10.31301/2221-6197.bmcs.2021-17. (In Russian)
11. Zavalin A. A., Pasyunkova E. N., Pasyunkov A. V. Dependence of spring wheat grain yield on hydrothermal conditions of interphase vegetation periods. *Plodorodie*, 2010, no. 4, pp. 7-9. (In Russian)

ИЗУЧЕНИЕ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ СЕЛЕКЦИИ

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

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

ФГБНУ ВОРОНЕЖСКИЙ ФАНЦ ИМЕНИ В.В. ДОКУЧАЕВА

Аннотация. Изучение сортов яровой мягкой пшеницы различного происхождения проведено в Воронежском ФАНЦ им. В.В. Докучаева в 2021-2024 гг., расположенном в центральной части Воронежской области. Выявлено, что у группы более адаптированных российских сортов коэффициент вариации урожайности был низким и составил по годам изучения 5,4%, у сортов иностранной группы – высоким (21,3%). В засушливых условиях снижение продуктивности у западноевропейских сортов довольно существенное: на 23,1 и 45,0% по сравнению с российскими сортами. По показателю индекса микрораспределений вариабельность у группы отечественных сортов была 11,5%, коэффициент стабильности – 4,2, у группы иностранных сортов значительно выше вариабельность – 25,1% и низкая стабильность – 1,9, соответственно. Имеются все основания признать этот показатель слабым местом в формировании продуктивности и максимально требующим внимания селекционеров нашего региона. Более высокие значения коэффициента стабильности, чем у иностранных сортов, отмечены у группы российских сортов по показателям урожайности, высоты растений, массы 1000 зерен и индексам продуктивности и микрораспределений. У иностранных сортов выше была стабильность по признакам: длина колоса и площадь второго сверху листа, что необходимо учитывать в планировании селекционных отборов. У сортов отечественной селекции отмечался высокий положительный вклад в общую изменчивость всего комплекса продуктивности колоса: длина, масса, количество и масса зерна – от 4,16 до 4,99 единиц. У сортов западноевропейского происхождения максимальные вклады отмечены по массе целого колоса и массе зерна в колосе: 4,44 и 4,28, причем ежегодно присутствовала взаимосвязь их с конечной урожайностью ($r = 0,35-0,71$). Также отмечены у этой группы значимые коэффициенты корреляции с урожайностью площади флагового и второго сверху листа: $r = 0,47$ и $r = 0,58$. Выявлены высокие значения отрицательных вкладов у сортов иностранной селекции по индексам микрораспределений и мексиканскому, эти показатели требуют повышенного внимания селекционеров при включении в скрещивания сортов западноевропейской селекции.

Ключевые слова: сорт, метеоусловия, урожайность, элементы продуктивности, вариабельность, стабильность, корреляция.

Для цитирования: Голова Т.Г., Чвилева И.Н. Изучение исходного материала яровой мягкой пшеницы на современном этапе селекции. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2025; 3(55):123-131. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-3-123-131

STUDY OF SPRING SOFT WHEAT SOURCE MATERIAL AT THE PRESENT STAGE OF BREEDING

T.G. Golova, I.N. Chvileva

FSBSI V.V. DOKUCHAEV VORONEZH FEDERAL AGRARIAN SCIENTIFIC CENTER

Abstract: The study of spring soft wheat varieties of various origins was carried out at the Voronezh Federal Scientific Center named after V.V. Dokuchaev in 2021-2024, located in the central part of the Voronezh region. It was revealed that the group of more adapted Russian

varieties had a low yield variation coefficient and amounted to 5.4% over the years of study, while the foreign group varieties had a high coefficient (21.3%). In dry conditions, the decrease in productivity of Western European varieties is quite significant: by 23.1 and 45.0% compared to Russian varieties. According to the microdistribution index, the variability of the group of domestic varieties was 11.5%, the stability coefficient was 4.2, while the group of foreign varieties had significantly higher variability - 25.1% and low stability - 1.9, respectively. There is every reason to recognize this indicator as a weak point in the formation of productivity and requiring the greatest attention from breeders in our region. Higher stability coefficient values than those of foreign varieties were noted in the group of Russian varieties in terms of yield, plant height, 1000-grain weight, and productivity and microdistribution indices. Foreign varieties had higher stability in terms of ear length and second leaf area from the top, which must be taken into account when planning breeding selections. The domestic varieties demonstrated a high positive contribution to the overall variability of the entire productivity complex of the ear: length, weight, number and weight of grain – from 4.16 to 4.99 units. The varieties of Western European origin demonstrated the highest contributions for the weight of the whole ear and the weight of grain in the ear: 4.44 and 4.28, with an annual correlation between them and the final yield ($r = 0.35-0.71$). This group also demonstrated significant correlation coefficients with the yield of the flag leaf and second leaf from the top: $r = 0.47$ and $r = 0.58$. The foreign varieties demonstrated high negative contributions for the microdistribution indices and the Mexican index; these indices require increased attention from breeders when including Western European varieties in crossbreeding.

Keywords: variety, weather conditions, yield, productivity elements, variability, stability, correlation.

Введение

Проблема исходного материала в современных условиях, как и прежде, является наиболее важной, причем ее значимость возросла в связи с усложнением задач, решаемых в селекции. В настоящее время все острее ощущается недостаток при создании новых сортов источников устойчивости к важнейшим заболеваниям и стрессовым факторам среды. Трудности возрастают в связи с тем, что все эти признаки должны сочетаться с постоянным ростом потенциала урожайности, который часто находится в отрицательной связи с ним. По мнению Э.Д. Неттевича (2008), «большинство источников необходимых признаков зачастую мало пригодны для непосредственного использования в селекции из-за низкой продуктивности, экологической неприспособленности, биологической несовместимости и других отрицательных явлений». Вовлечение такого исходного материала в селекционный процесс значительно удлиняет его, что не соответствует современным требованиям. Однако в работе Новохатина В.В. с сотрудниками [1] представлены итоги применения инновационных селекционных технологий, вытекающих из российской теории эколого-генетической организации количественных признаков. Исходный материал оценивался по определенной системе для совмещения в будущем сорте плюсовых вкладов ряда генетико-физиологических показателей.

В селекции сортов яровой пшеницы, с целью объединения комплекса важных признаков, существуют объективные проблемы сочетания высокого потенциала продуктивности и засухоустойчивости. Эти проблемы обусловлены контрастностью и высокой изменчивостью условий возделывания культуры по годам и агротехническими факторами, т.е. на первый план выступает адаптивная селекция. Наряду с высокой продуктивностью в современных сортах необходимо оптимальное сочетание механизмов устойчивости к неблагоприятным факторам и отзывчивости на улучшение условий возделывания. Анализ и вовлечение в селекцию образцов яровой пшеницы разного экологического происхождения должны помочь в решении этой задачи [2, 3, 4, 5].

Материал и методы исследований

Изучение сортов яровой мягкой пшеницы российского и иностранного происхождения проведено в Воронежском ФАНЦ им. В.В. Докучаева в 2021-2024 гг., центральной части Воронежской области. Почва селекционного севооборота представлена типичным

среднемощным, среднегумусным черноземом. Метеорологические условия проведения опытов за периоды вегетации 2021-2024 годов были разнообразными, характеризовались засушливыми периодами с аномально высокими температурами в разные фазы вегетации. Температурный фактор в первой половине вегетации до колошения не превышал за годы изучения средние многолетние показатели: среднедекадные значения – 13,4-16,4°C. После колошения рост и налив зерна проходили в 2021 и 2024 годах в избыточно жестких условиях: превышение над средними многолетними значениями составило 18,6 и 12,7% соответственно. Условия избыточного увлажнения отмечались в первой половине вегетации 2021 года с явлением полегания в молочной спелости зерна (рис. 1).

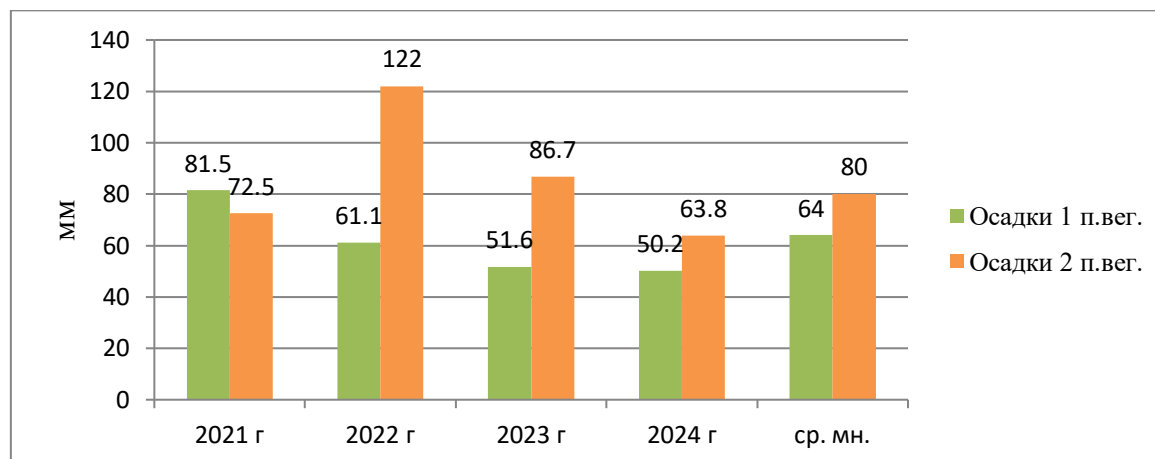


Рис. 1. Распределение осадков (мм) по периодам вегетации (1 п.вег., 2 п.вег.), 2021-2024 гг.

Недостаток осадков в первой половине вегетации наблюдался в 2022-2024 гг., вторая половина вегетации проходила в более комфортных условиях, но с последующими ростингибирующими температурами при наливе зерна. Период вегетации 2024 года сложился крайне неблагоприятно: посевы в период кущения повредились морозом (-6, -7°C), затем наблюдался засушливый период до колошения (ГТК – 0,48). Таким образом, метеоусловия вегетационных периодов пшеницы за 2021-2024 годы объективным образом характеризуют спектр разнообразия погодных условий центральной части Воронежской области.

Коллекционные образцы яровой мягкой пшеницы были проанализированы за годы изучения по группам: российские (31 сорт – Московской, Воронежской, Поволжской и Сибирской селекции) и иностранные сорта западноевропейского происхождения (22 образца из Германии, Швеции, Франции, Италии, Португалии, Англии). Учетная площадь делянки составила 1 м² в трехкратной повторности. Статистическая обработка и корреляционный анализ сортов по группам проведен по методике Б.А. Доспехова (1985).

Результаты и их обсуждение

По мнению исследователей, занимающихся селекцией яровой пшеницы, наиболее важным хозяйственно ценным признаком в структуре продуктивности является масса зерна с главного колоса, которая в свою очередь складывается из количества и массы зерновки, составляющих колос. Поэтому показалось интересным рассчитать и включить в изучение общеизвестные индексы, более подробно характеризующие продукционный процесс у растений пшеницы разных сортов. Эти индексы состоят из отношений массы зерна с колоса к разным элементам структуры растения: продуктивности - к массе колоса с зерном и мякиной (%), микрораспределений – к массе мякины, мексиканский – к высоте растения (%), канадский – к длине колоса.

Морфологическая характеристика изученных признаков представлена в таблице 1.

Как показывают данные в условиях хорошей влагообеспеченности (2021-2022 гг.) сорта западноевропейского происхождения по урожайности незначительно уступают отечественным сортам, созданным в основных регионах производства зерна яровой мягкой пшеницы: 362,5, 345,6 г/м², против 369,7 и 353,8 г/м². В засушливых условиях (2023, 2024 гг.) снижение продуктивности у западноевропейских сортов довольно существенно: на 92,1 и 176,6 г/м² по сравнению с российскими сортами. Примечательно, что отечественные сорта в более засушливых условиях сформировали продуктивность выше, чем в условиях достаточной влагообеспеченности. Таким образом, у группы более адаптированных российских сортов коэффициент вариации урожайности составил по годам изучения 5,4%, у сортов иностранной группы – 21,3%, т. е. оценивался как высокий. Коэффициенты вариации признаков: высота растений, длина колоса, масса 1000 зерен, площадь второго листа и индекса продуктивности оказались низкими: 2,5-10,0% – у российских сортов и 5,5-7,5% – у западноевропейских. Средние значения коэффициентов вариации отмечены по элементам продуктивности колоса, площади флагового листа, канадскому и мексиканскому индексам – от 13,1 до 20,0%. По показателю индекса микрораспределений вариабельность у группы отечественных сортов была 11,5%, у группы иностранных значительно выше – 25,1%.

Показателем, характеризующим устойчивость проявления гомеостатических реакций в разных условиях внешней среды, является показатель индекса стабильности (Хангильдин В.В., 1978, 1986). Он представляет собой отношение средней величины признака к среднеквадратическому отклонению в определенных условиях. Сорта с более высокими индексами характеризуются как более стабильные, т.е. более приспособленные к данным условиям. В наших исследованиях был использован рассчитанный коэффициент стабильности, представляющий отношение среднего значения признака к диапазону его изменчивости по годам. Более высокие значения этого коэффициента, чем у иностранных сортов, у группы российских сортов отмечены по показателям урожайности, высоты растений, массы 1000 зерен и индексам продуктивности и микрораспределений. У иностранных сортов выше была стабильность по признакам: длина колоса и площадь второго сверху листа, что необходимо учитывать в планировании селекционных отборов. Индекс микрораспределений имеет существенные различия между изучаемыми группами сортов. Показатели массы целого колоса и массы зерна с колоса – элементы, составляющие этот индекс, по коэффициентам вариации и стабильности равнозначны у изученных групп сортов. Однако индекс микрораспределений у западноевропейских сортов более низкий и менее стабильный из всех изученных показателей: коэффициент вариации – 25,1%, стабильность – 1,9, против 11,5 и 4,2 – у российских сортов. Таким образом, имеются все основания признать это показатель слабым местом в формировании продуктивности и максимально требующим внимания селекционеров нашего региона.

Использованный в исследованиях показатель коэффициента вариации, выраженный в процентах, позволяет сравнивать различные по величине признаки и может говорить о степени стабильности. Однако, сравнивая каждый признак в отдельности по коэффициенту стабильности, мы дополнительно получаем информацию об изменчивости в связи с величиной признака. По таким важным в хозяйственном отношении показателям, как длина колоса, масса 1000 зерен и площадь второго листа коэффициент стабильности выявил различия по группам сортов отечественного и иностранного происхождения, тогда как эти признаки вошли у них в одну статистическую группу по величине коэффициента вариации.

Корреляционный анализ (табл. 2), проведенный по годам за период изучения 2021–2024 гг. выявил зависимость средней степени урожайности сортов от высоты растений. Причем у более высокорослых российских сортов она проявлялась ежегодно: $r = 0,43^* - 0,53^{**}$ (здесь и далее: * - достоверно на уровне 0,05, ** - 0,01, *** - 0,001), у западноевропейских сортов только с усилением засухи (2023-2024 гг.).

Таблица 1

Морфологическая характеристика хозяйственноценных признаков яровой мягкой пшеницы. 2021-2024 гг.

Группы сортов, годы	Урожай-ность, г/кв.м.	Высота растен. см	Длина колоса, см	Масса колоса, г	Кол-во зерен в колосе, шт.	Масса зерна, г		Площадь листа,см ³		Индексы			
						с колоса	1000 шт.	флаго-вого	2-го сверху	продук-тивнос-ти, %	канад-ский	микро-распре-делений	мекси-канский %
Российская													
2021	369,7	83,2	7,44	1,06	23,3	0,81	34,7	14,9	12,2	77,3	0,109	3,24	0,97
2022	353,8	92,4	7,92	1,50	30,7	1,20	39,3	10,6	9,9	80,4	0,152	4,00	1,30
2023	397,8	92,6	6,88	1,34	25,6	1,02	39,9	10,5	10,0	76,4	0,148	3,19	1,10
2024	392,5	84,9	8,0	1,52	32,1	1,16	36,1	9,9	10,4	76,2	0,145	3,22	1,37
<i>среднее</i>	<i>378,4</i>	<i>88,3</i>	<i>7,56</i>	<i>1,36</i>	<i>27,9</i>	<i>1,05</i>	<i>37,5</i>	<i>11,5</i>	<i>10,6</i>	<i>77,6</i>	<i>0,138</i>	<i>3,41</i>	<i>1,18</i>
НСР ₀₅	32,8	2,23	0,27	0,08	1,52	0,07	1,37	0,86	0,70	3,1	0,03	0,62	0,29
Коэф. вар.	9,7	10,2	14,0	30,3	27,4	32,5	13,2	33,6	18,8	5,2	28,3	20,2	29,2
Коэф. стаб.	9,8	9,4	3,7	3,0	3,2	2,7	7,2	2,3	4,6	18,5	3,2	4,2	3,0
западно-европейская													
2021	362,5	70,5	7,14	1,02	24,5	0,76	31,1	12,5	9,3	74,0	0,106	2,92	1,08
2022	345,6	75,7	6,96	1,43	32,8	1,15	35,4	10,5	10,4	80,4	0,165	4,11	1,52
2023	305,7	69,0	6,23	1,16	27,5	0,90	32,5	9,2	9,3	71,6	0,141	2,51	1,28
2024	215,9	63,0	6,87	1,23	31,6	0,88	28,0	8,8	9,2	71,8	0,128	2,51	1,40
<i>среднее</i>	<i>307,4</i>	<i>69,6</i>	<i>6,80</i>	<i>1,21</i>	<i>29,1</i>	<i>0,92</i>	<i>31,8</i>	<i>10,2</i>	<i>9,6</i>	<i>74,4</i>	<i>0,135</i>	<i>3,01</i>	<i>1,32</i>
НСР ₀₅	33,4	3,8	0,28	0,07	2,2	0,07	1,56	0,92	0,93	6,5	0,04	1,2	0,30
Коэф. вар.	40,4	16,8	12,7	28,7	25,3	33,4	20,9	29,6	11,5	10,9	35,8	38,9	28,9
Коэф. стаб.	2,1	5,5	7,5	3,0	3,5	2,4	4,3	2,8	8,0	8,4	2,3	1,9	3,0

Примечание: Коэф. вар. – коэффициент вариации, Коэф. стаб. – коэффициент стабильности

Таблица 2

Коэффициенты корреляции с урожайностью и вклады в общую изменчивость, 2021-2024 гг.

Группы сортов, годы	Урожай- ность, г/кв.м.	Высота растен. см	Длина колоса, см	Масса колоса, г	Кол-во зерен в колосе, шт.	Масса зерна, г		Площадь листа,см³		Индексы			
						с колоса	1000 шт.	флаго- вого	2-го сверху	продук- тивнос- ти	канад- ский	микро- распре- делений	мекси- канский
Российская													
2021	-	0,53**	0,39*	0,68**	0,63**	0,68**	0,59**	0,39*	0,20	0,21	0,68**	0,17	0,05
2022	-	0,43*	0,35*	0,09	0,01	0,13	0,17	-0,11	-0,08	0,25	-0,14	-0,01	-0,11
2023	-	0,48**	0,25	0,28	0,11	0,32*	0,35*	0,36*	0,29	0,22	0,33*	0,14	0,21
2024	-	0,43*	-0,11	0,16	-0,07	0,16	0,35*	0,12	0,12	-0,06	0,32*	-0,06	0,01
вклады													
плюс эффект	2,28	3,29	4,16	4,22	4,32	4,99	2,62	3,62	3,87	2,85	5,38	1,52	4,56
минус эффект	0,48	0,28	0,17	0,18	0,23	0,32	0,70	0,22	0,11	0,32	0,47	0,10	0,38
Западно-европейская													
2021	-	0,28	0,69**	0,69**	0,58**	0,71***	0,43	0,47**	0,43*	0,49*	0,48**	0,55**	0,49**
2022	-	-0,06	0,39*	0,54**	0,55**	0,52**	-0,20	0,05	0,01	0,23	0,33*	0,26	0,38*
2023	-	0,39*	0,20	0,48**	0,19	0,39*	0,11	0,44*	0,58**	0,30	0,12	-0,41*	0,18
2024	-	0,46**	0,26	0,35*	0,28	0,50**	0,28	0,35*	0,38*	0,26	0,34*	0,16	0,16
вклады													
плюс эффект	2,99	1,40	3,41	4,44	3,34	4,28	2,37	3,56	3,66	4,70	5,16	3,46	4,88
минус эффект	0,58	0,48	0,30	0,14	0,82	0,68	0,32	0,18	0,29	0,34	0,92	1,38	1,08

Примечание: *- достоверно на уровне 0,05, **- 0,01, ***- 0,001

Длина колоса у изученных сортов коррелировала с показателем урожайности в благоприятных условиях (2021-2022 гг.) в слабой степени, у западных сортов в условиях повышенной влаги влияние усиливалось ($r = 0,69^{**}$). Развитие массы колоса в целом и массы зерна с колоса у западноевропейских форм однозначно во все годы было значимо для формирования урожайности: $r = 0,35^{*}-0,69^{**}$ и $r = 0,39^{*}-0,71^{***}$, соответственно. Также следует отметить у этой группы сортов значимые коэффициенты корреляции с урожайностью площади флагового и второго сверху листа: до $r = 0,47^{**}$ и $r = 0,58^{**}$. Исключение составил 2022 г., когда растения были сформированы с большим габитусом и напряженности в продукционном процессе в этой связи не возникло. У российских сортов сопряженность урожайности с размерами листьев была слабая: $r = -0,11-0,39^{*}$ – по флагу и $r = -0,08-0,29$ – по второму сверху листу, т.е. данные размеры были достаточными для формирования адекватной урожайности. Отмечена корреляция урожайности с массой 1000 зерен в условиях полегания в молочную спелость (2021 г.) у обеих групп сортов. Также канадский индекс, обусловленный массой зерна с колоса на единицу его длины, в три года из четырех имел значение для формирования продуктивности: $r = 0,33^{*}-0,68^{**}$. Величина индекса микрораспределений не оказывала прямого влияния на формирование урожайности у группы отечественных сортов, коэффициенты корреляции низкие и не достоверные. У группы западноевропейских сортов в годы с низкой массой колоса (2021 и 2023 гг.) в одном случае проявилась средняя положительная взаимосвязь с урожайностью - $r = 0,55^{**}$, в другом – слабая отрицательная ($r = -0,41^{*}$), что объяснимо, учитывая высокую вариабельность показателя индекса микрораспределений у группы западных сортов.

В дополнение были рассчитаны вклады каждого изученного признака в общую изменчивость, представляющие сумму положительных и отрицательных коэффициентов корреляции (табл. 2, рис. 2). У сортов отечественной селекции отмечался высокий положительный вклад в общую изменчивость всего комплекса продуктивности колоса: длина, масса, количество и масса зерна – от 4,16 до 4,99 единиц. Прямое влияние на урожайность этот комплекс оказывал только в 2021 году, когда отмечалась недостаточность его развития. В другие годы при высокой вовлеченности в продукционный процесс прямой взаимосвязи с урожайностью не отмечено.

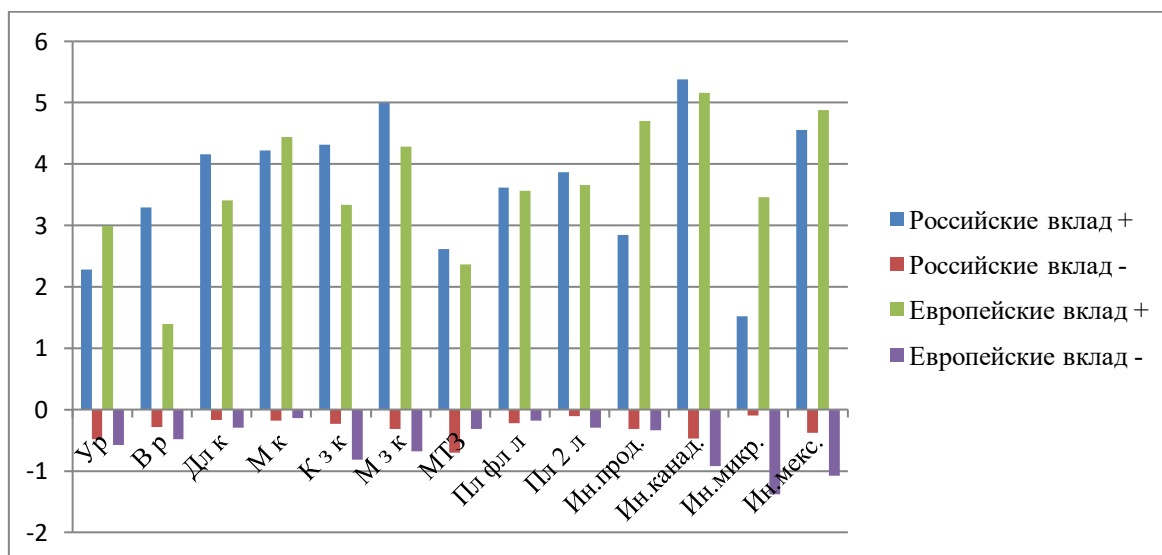


Рис. 2. График корреляционных вкладов изученных признака в общую изменчивость

Примечание: Ур – урожайность, Вр – высота растений, Дл к – длина колоса, К з к – количество зерен в колосе, М з к – масса зерна с колоса, МТЗ – масса 1000 зерен, Пл фл л – площадь флагового листа, Пл 2 л – площадь 2 сверху листа, Ин.прод. – индекс продуктивности, Ин. канад. – канадский индекс, Ин.микро. – индекс микрораспределений, Ин.мекс. – мексиканский индекс.

У сортов западноевропейского происхождения максимальные вклады отмечены у показателей масса целого колоса и масса зерна в колосе: 4,44 и 4,28, причем ежегодно присутствовала взаимосвязь их с конечной урожайностью ($r = 0,35^* - 0,71^{***}$), т.е. постоянно возникала у некоторых сортов недостаточность их развития. Такое же положение у группы западных сортов отмечалось по показателям флагового и предфлагового листьев, при равной с отечественными сортами вовлеченности их в процесс изменчивости влияние на урожайность у западных сортов проявляется ежегодно ($r = 0,35^* - 0,58^{**}$).

Прямых отрицательных коэффициентов корреляции изученных признаков с урожайностью не отмечено, однако, слабые отрицательные эффекты по массе 1000 зерен у отечественных сортов и по количеству и массе зерна в колосе у иностранных сортов присутствуют. Отмечены высокие значения отрицательных вкладов у сортов иностранной селекции по индексам микрораспределений и мексиканскому, эти показатели требуют повышенного внимания селекционеров и изменения их в процессе селекции.

Заключение

Установлено, что в условиях хорошей влагообеспеченности сорта иностранной селекции по урожайности незначительно уступают отечественным сортам. В засушливых условиях снижение продуктивности у них довольно существенно: на 23,1 и 45,0% по сравнению с российскими сортами. У группы более адаптированных российских сортов коэффициент вариации урожайности составил по годам изучения 5,4%, у сортов иностранной группы – 21,3%, т. е. оценивался как высокий. По показателю индекса микрораспределений вариабельность у группы отечественных сортов была 11,5%, коэффициент стабильности – 4,2, у группы иностранных значительно выше вариабельность – 25,1% и ниже стабильность – 1,9. Имеются все основания признать это показатель слабым местом в формировании продуктивности и максимально требующим внимания селекционеров нашего региона. Более высокие значения коэффициента стабильности, чем у иностранных сортов, отмечены у группы российских сортов по показателям урожайности, высоты растений, массы 1000 зерен и индексам продуктивности и микрораспределений. У иностранных сортов выше была стабильность по признакам длина колоса и площадь второго сверху листа, что необходимо учитывать в планировании селекционных отборов.

У сортов отечественной селекции отмечался высокий положительный вклад в общую изменчивость всего комплекса продуктивности колоса: длина, масса, количество и масса зерна – от 4,16 до 4,99 единиц. У сортов западноевропейского происхождения максимальные вклады отмечены по показателям массы целого колоса и массы зерна в колосе: 4,44 и 4,28, причем ежегодно присутствовала взаимосвязь их с конечной урожайностью ($r = 0,35^* - 0,71^{***}$). Также следует отметить значимые коэффициенты корреляции с урожайностью площади флагового и второго сверху листа: до $r = 0,47^{**}$ и $r = 0,58^{**}$. У сортов иностранной селекции выявлены высокие значения отрицательных вкладов по индексам микрораспределений и мексиканскому, эти показатели требуют повышенного внимания селекционеров при включении их в скрещивания.

Литература

1. Новохатин В.В., Драгавцев В.А., Леонова Т.А. Создание сорта мягкой яровой пшеницы Гренада с помощью инновационных технологий селекции на основе теории эколого-генетической организации количественных признаков. // Сельскохозяйственная биология, – 2019. – Т.54. – № 5. – С. 905-919. DOI: 10.15389/agrobiologi 2019/5/905 rus.
2. Степанова Н.А., Сидоренко В.С., Яндубайкин Е.Е. Кластерный анализ сортов и селекционных линий яровой мягкой пшеницы по показателям структурного анализа и качества зерна. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2023. – 2(46). – С. 107-116. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-2-107-116
3. Головоченко А.П. Особенности адаптивной селекции яровой мягкой пшеницы в лесостепной зоне Среднего Поволжья. – Кинель. – 2001. – 380 с.
4. Барковская Т.А., Гладышева О.Е., Зуев Е.В., Кокорева Е.Г. Изучение новых образцов яровой мягкой пшеницы из мировой коллекции в условиях Рязанской области. // Зерновое хозяйство России. – 2024. – Т.16. – № 1. – С. 5-13. DOI: 10.31367/2079-8725-2024-90-1-5-11

5. Мясникова М.Г., Мальчиков П.Н., Чახеева Т.В. Значимость компонентов урожайности сортов яровой твердой пшеницы из России и Казахстана. // *Зерновое хозяйство России*. – 2020. – № 5 (71). – С. 73-79. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-71-5-73-79.

References

1. Novoxatin V.V., Dragavcev V.A., Leonova T.A. Creation of the soft spring wheat variety Grenada using innovative breeding technologies based on the theory of ecological-genetic organization of quantitative traits. [Sozdanie sorta myagkoj yarovoj pshenicy Grenada s pomoshh`yu innovacionny`x texnologij selekcii na osnove teorii e`kologo-geneticheskoj organizacii kolichestvenny`x priznakov] *Sel'skokhozyajstvennaya biologiya*, 2019, no. 5. pp. 905-919. DOI: 10.15389/agrobiologi 2019/5/905 rus.
2. Stepanova N.A., Sidorenko V.S., Yandubajkin E.E. Cluster analysis of varieties and breeding lines of spring soft wheat according to indicators of structural analysis and grain quality. [Klasterny`j analiz sortov i selekcionny`x linij yarovoj myagkoj pshenicy po pokazatelyam strukturnogo analiza i kachestva zerna] *Zernobobovy`e i krupyany`e kul'tury`*, 2023, no. 2(46), pp. 107-116.
3. Golovochenko A.P. Osobennosti adaptivnoj selekcii yarovoj myagkoj pshenicy v lesostepnoj zone Srednengo Povolzh`ya. [Features of the adaptive selection of spring soft wheat in the forest-steppe zone of the Middle Volga region]. Kinel, 2001, 380 p. (In Russian)
4. Barkovskaya T.A., Gladysheva O.E., Zuev E.V., Kokoreva E.G. Study of new samples of spring soft wheat from the world collection in the conditions of the Ryazan region. [Izuchenie novy`x obrazczov yarovoj myagkoj pshenicy iz mirovoj kollekcii v usloviyax Ryazanskoj oblasti]. *Zernovoe khozyajstvo Rossii*, 2024, no. 1, pp. 5-13.
5. Myasnikova M.G., Mal'chikov P.N., Chaxeewa T.V. The importance of yield components of spring durum wheat varieties from Russia and Kazakhstan. [Znachimost` komponentov urozhajnosti sortov yarovoj tverdoj pshenicy iz Rossii i Kazaxstana]. *Zernovoe khozyajstvo Rossii*, 2020, no. 5 (71), pp. 73-79.

СОДЕРЖАНИЕ АМИНОКИСЛОТ В ЗЕРНЕ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

И.Д. ФАДЕЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0002-8453-5437,
E-mail: fad-ir2540@mail.ru

ТАТАРСКИЙ НИИСХ – ОБОСОБЛЕННОЕ СТРУКТУРНОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ
ФИЦ «КАЗАНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РАН»

Аннотация. Изучен химический и аминокислотный состав зерна озимой пшеницы сортов Казанская 560, Сабан и Ильвина. Полевые опыты были заложены в Лаишевском районе республики Татарстан на серой лесной почве по чистому пару. Технология выращивания общепринятая для зоны. В среднем за два года изучения у сорта Казанская 560 получено наибольшее содержание белка в зерне (14,32%) и наименьшее содержание крахмала (57,97%). Получена положительная корреляционная связь содержания белка с содержанием клетчатки ($r=0,44$) и содержанием золы ($r=0,61$). Отрицательная корреляционная связь получена между содержанием белка и жира в зерне ($r=-0,46$), а также с содержанием крахмала ($r=-0,98$). Вариабельность содержания белка в зерне составила 5,45%. Максимальное суммарное количество аминокислот было получено у сорта Ильвина (9,84%) в относительно благоприятном по метеоусловиям 2023 году. По сумме незаменимых кислот в среднем за два года изучения также выделился сорт Ильвина (5,24%). В засушливых условиях 2024 года произошло уменьшение суммы аминокислот у сорта Сабан на 1,36%, сорта Ильвина на 0,68%, сорта Казанская 560 на 0,07%. Установлено, что среди незаменимых аминокислот наименьшей вариабельностью отличались валин ($C_v=5,31\%$), аргинин ($C_v=8,43\%$) и гистидин ($C_v=8,66\%$). Другие незаменимые аминокислоты обладали средней изменчивостью ($C_v=10,53\ldots 19,81\%$). Сорт Ильвина рекомендован для включения в селекционные программы на высокое качество зерна с повышенным содержанием незаменимых аминокислот в зерне.

Ключевые слова: озимая пшеница, сорт, белок, незаменимые аминокислоты.

Для цитирования: Фадеева И.Д. Содержание аминокислот в зерне озимой пшеницы. Зернобобовые и крупяные культуры. 2025; 3(55):132-137. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-3-132-137

AMINO ACIDS CONTENT IN WINTER SOFT WHEAT GRAIN

I.D. Fadeeva

TATAR RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE – SSU FRC «KazSC RAS»

Abstract: The chemical and amino acid composition of winter wheat grain of the Kazanskaya 560, Saban and Ilvina varieties was studied. Field experiments were laid out in the Laishevsky district of the Republic of Tatarstan on gray forest soil after bare fallow. The cultivation technology is generally accepted for the zone. On average, over two years of study, the Kazanskaya 560 variety had the highest protein content in grain (14.32%) and the lowest starch content (57.97%). A positive correlation was obtained between the protein content and the fiber content ($r=0.44$) and ash content ($r=0.61$). A negative correlation was obtained between the protein and fat content in grain ($r=-0.46$), as well as with the starch content ($r=-0.98$). The variability of the protein content in grain was 5.45%. The maximum total amount of amino acids was obtained in the Ilvina variety (9.84%) in 2023, which had relatively favorable weather conditions. The Ilvina variety also stood out in terms of the sum of essential acids on average over the two years of study (5.24%). Under the dry conditions of 2024, the sum of amino acids decreased in the Saban variety by 1.36%, the Ilvina

variety by 0.68%, and the Kazanskaya 560 variety by 0.07%. It was found that among the essential amino acids, valine (Cv=5.31%), arginine (Cv=8.43%) and histidine (Cv=8.66%) had the lowest variability. Other essential amino acids had average variability (Cv=10.53...19.81%). The Ilvina variety is recommended for inclusion in breeding programs for high grain quality with an increased content of essential amino acids in grain.

Keywords: winter wheat, variety, protein, essential amino acids.

Введение

Понятие о качестве зерна пшеницы является различным в зависимости от направления его использования. Оно является выражением того, в какой степени тот или иной продукт отвечает цели, для которой он предназначен [1]. Белки играют в питании человека важную роль, так как являются главной составной частью всех органов и тканей организма. Белки не синтезируются в организме человека из других пищевых веществ и поэтому должны постоянно поступать с пищей. По содержанию незаменимых аминокислот белки растительного происхождения значительно уступают белкам животного происхождения. Злаковые культуры, в том числе и пшеница, прямо или косвенно обеспечивают организм человека пищевым белком (около 75%) [2]. Однако белки неодинаковы по своей питательной ценности, различия в которой обусловлены главным образом аминокислотным составом. Если соотношение аминокислот не сбалансированно, то способность организма использовать белок будет пониженной [3]. За питательную ценность белков отвечают незаменимые аминокислоты. Наличие достаточного количества незаменимых аминокислот в пищевой и кормовой продукции значительно повышает ее качество [4]. Важную роль в питании играют лимитирующие (критические) аминокислоты, дефицит или избыток которых влияет на усвоение других аминокислот [5]. Первая лимитирующая аминокислота в белке пшеницы – лизин, вторая – треонин. Имеются сведения о том, что генетические различия по ее содержанию в зерне разных сортов пшеницы могут достигать более чем в 3 раза [6]. На содержание аминокислот в сельскохозяйственной продукции оказывают влияние агроэкологические условия [7, 8, 9], а также уровень минерального питания [10]. Возможно использование источников с высокой концентрацией отдельных незаменимых аминокислот в селекционных программах, так как имеются сведения о высокой наследуемости содержания незаменимых аминокислот в зерне пшеницы [11].

Цель исследований – выявить сорта озимой пшеницы селекции Татарского НИИСХ с высоким содержанием незаменимых аминокислот в зерне для использования в селекционном процессе.

Материалы и методы исследования

Объектом исследований являлись три сорта озимой мягкой пшеницы селекции Татарского НИИСХ – Казанская 560 (стандарт), Сабан, Ильвина. Полевые опыты были заложены в Лаишевском районе республики Татарстан на серой лесной почве по чистому пару. Технология возделывания – общепринятая для данной зоны. Площадь делянки 10 м² в четырехкратной повторности. Норма высева 5,5 млн. всхожих зерен на 1 га. Уборка проводилась комбайном Wintersteiger «Classic». Содержание аминокислот и белка в зерне пшеницы определяли методом спектроскопии на приборе DS 2500F фирмы FOSS (Швеция), градуировка соответствовала ГОСТ ISO 12099-2017.

Возобновление вегетации озимой пшеницы в 2023 году отмечено в первую декаду апреля, а 18 апреля – переход температуры воздуха через 10 °С (табл. 1). 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 1 декаду июля в период налива зерна (20 мм) позволили сформировать крупное высоко натурное зерно. Гидротермический коэффициент за период вегетации озимой пшеницы составил 0,85.

**Метеорологические условия весенне-летней вегетации озимой пшеницы,
2022-2023 год**

Период	Сумма температур свыше +10°C	Осадки, мм	Фаза развития растений
апрель	191	0	Кущение
май	465	81	Трубкавание
июнь	562	7	Колошение –цветение
июль	667	73	Налив зерна-созревание
За период апрель-июль	1888	161	
ГТК	0,85		

В июне 2024 года температуры воздуха превысили среднемноголетние значения на 9,9°C. Максимальные температуры воздуха достигали 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 (табл.2) за период вегетации озимой пшеницы составил 0,75 (засушливые условия вегетации).

Таблица 2

**Метеорологические условия весенне-летней вегетации озимой пшеницы,
2023-2024 год**

Период	Сумма температур свыше +10 °C	Сумма осадков, мм	Фаза развития растений
Апрель (11-30)	228	21,5	Кущение
Май	242	39,5	Трубкавание
Июнь	633	50,0	Колошение –цветение
Июль (1-20)	460	2,5	Налив зерна-созревание
За период апрель-июль	1563	117,5	
ГТК	0,75		

Результаты и их обсуждение

Содержание клетчатки является важнейшим показателем качества зерна: чем больше клетчатки, тем меньше выход муки. С ее количеством тесно коррелирует содержание труднорастворимых и особенно нерастворимых белковых веществ. Все это обуславливает наличие связи между содержанием в зерне суммарных белков и клетчатки [12], (табл. 3).

Таблица 3

Характеристика химического состава зерна у сортов озимой пшеницы

Сорт	Год	Белок, %	Жир, %	Зола, %	Клет- чатка, %	Крахмал, %
Ильвина	2023	14,34	1,55	1,72	2,59	57,97
	2024	13,77	1,61	1,68	2,64	59,24
	Средн.	14,06	1,58	1,70	2,62	58,61
Сабан	2023	14,46	1,57	1,76	2,63	57,20
	2024	12,72	1,56	1,63	2,59	61,40
	Средн.	13,59	1,52	1,59	2,61	59,30
Казанская 560	2023	13,73	1,62	1,69	2,65	58,88
	2024	14,90	1,51	1,67	2,65	57,06
	Средн.	14,32	1,57	1,68	2,65	57,97
Среднее по годам и сортам		13,99	1,57	1,69	2,63	58,63
Коэф. вариации (CV, %)		5,45	2,58	2,63	1,07	2,76

В нашем опыте была получена положительна корреляционная связь содержания белка с содержанием клетчатки ($r=0,44$) и содержанием золы ($r=0,61$). Отрицательная корреляционная связь получена между содержанием белка и жира в зерне ($r=-0,46$), а также с содержанием крахмала ($r=-0,98$). Коэффициент вариации содержания жира 2,85%, золы 2,63% и клетчатки 1,07% у изученных сортов был низким. Вариабельность содержания белка составила 5,45%. В среднем за два года изучения у сорта Казанская 560 получено наибольшее содержание белка в зерне – 14,32% и наименьшее содержание крахмала – 57,97%, (табл. 3).

Сорта озимой мягкой пшеницы различались по содержанию аминокислот (табл. 4).

Таблица 4

Содержание аминокислот в зерне озимой пшеницы, %

Аминокислота	Ильвина		Сабан		Казанская 560		Сред- нее	CV, (%)
	2023	2024	2023	2024	2023	2024		
Незаменимые аминокислоты								
Аргинин	0,72	0,63	0,65	0,56	0,69	0,66	0,65	8,43
Гистидин	0,45	0,38	0,42	0,35	0,39	0,41	0,40	8,66
Изолейцин	0,56	0,41	0,55	0,43	0,53	0,43	0,49	14,15
Лейцин	0,80	0,65	0,78	0,46	0,77	0,66	0,69	18,64
Лизин	0,60	0,43	0,55	0,34	0,50	0,49	0,49	18,84
Метионин	0,17	0,23	0,17	0,22	0,14	0,23	0,19	19,81
Фенилаланин	0,61	0,53	0,60	0,45	0,57	0,55	0,55	10,53
Треонин	0,50	0,44	0,50	0,35	0,46	0,47	0,45	12,30
Триптофан	0,17	0,20	0,15	0,17	0,13	0,21	0,17	17,44
Валин	0,66	0,62	0,66	0,57	0,64	0,63	0,63	5,31
Заменимые аминокислоты								
Цистеин	0,52	0,47	0,53	0,43	0,45	0,49	0,48	8,14
Глутамин	1,55	1,82	1,71	1,84	1,55	1,54	1,67	8,42
Глицин	0,55	0,53	0,53	0,51	0,52	0,53	0,53	2,52
Пролин	1,01	1,05	1,01	1,03	1,00	1,03	1,02	1,80
Серин	0,60	0,51	0,59	0,48	0,56	0,56	0,55	8,45
Тирозин	0,37	0,26	0,37	0,22	0,35	0,29	0,31	20,30
Сумма аминокислот	9,84	9,16	9,77	8,41	9,25	9,18	9,27	5,58
Сумма незаменимых аминокислот	5,24	4,52	5,03	3,9	4,82	4,74	4,71	9,91
Сумма лизина и треонина	1,10	0,87	1,05	0,69	0,96	0,96	0,94	15,51

Метеоусловия года также влияли на данный показатель. Максимальное суммарное количество аминокислот было у сорта Ильвина – 9,84% в 2023 году. В зерне изученных сортов отмечено наибольшее количество глутаминовой кислоты – 1,67% и пролина 1,02%. Содержание пролина было более стабильным ($CV=1,8\%$).

В засушливых условиях 2024 года произошло уменьшение суммы аминокислот у сорта Сабан на 1,36%, сорта Ильвина – на 0,68%, сорта Казанская 560 на 0,07%.

По сумме незаменимых кислот, в которую вошли валин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, треонин, триптофан, фенилаланин, а также аргинин (незаменимая аминокислота в детском питании) в среднем за два года изучения также выделился сорт Ильвина (4,88%). Метеоусловия 2024 года привели к снижению значения суммы незаменимых аминокислот на 0,08% у сорта Казанская 560, на 0,72% у сорта Ильвина и на 1,13% у сорта Сабан.

В основе разногласия в определении важности и незаменимости тех или иных аминокислот лежат особенности их биосинтеза и метаболизма в организме человека. За

исключением двух аминокислот – лизина и треонина, которые являются у человека абсолютно незаменимыми, остальные «незаменимые» аминокислоты в определенных количествах могут синтезироваться за счет реакций трансаминирования, но объем их синтеза является недостаточным [13]. Сорт Ильвина обладал максимальным содержанием лизина – 0,6% в 2024 году. Наибольшей суммой лимитирующих аминокислот лизина и треонина в среднем за два года отличался также сорт Ильвина (4,88%). Максимальное снижение суммы данных аминокислот в засушливый 2024 год отмечено у сорта Сабан – на 0,36%. Сорт Казанская 560 оказался стабильным по сумме лизина и треонина: 0,96% как в 2023 году, так и в 2024 году. Среди незаменимых аминокислот низкой вариабельностью отличались валин ($C_v=5,31\%$), аргинин ($C_v=8,43\%$) и гистидин ($C_v=8,66\%$). Другие незаменимые аминокислоты обладали средней изменчивостью ($C_v=10,53\ldots 19,81\%$).

Заключение

В результате проведенных исследований показано, что новый сорт Ильвина формирует высокое содержание аминокислот в зерне как при благоприятных, так и при засушливых метеоусловиях. Сорт может быть рекомендован как источник высокого содержания незаменимых аминокислот в питании человека, а также рекомендуется для включения в селекционные программы на высокое качество зерна с повышенным содержанием незаменимых аминокислот в зерне.

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. Кулеватова Т.Б., Бекетова Г.А., Злобина Л.Н., Ермакова Е.М. Оценка качества зерна сортов яровой мягкой пшеницы методом седиментации. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2024. – № 4 (52) – С.163-170. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-4-163-170
2. Зенькова М. Л. Исследование минерального и аминокислотного состава пророщенного и консервированного зерна пшеницы. // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – № 4 (49). – С. 513-521. DOI: 10.21603/2074-9414-2019-4-513-521
3. Асхадуллин Дамир Ф., Асхадуллин Данил Ф., Василова Н. З., Зуев Е. В., Хайруллина А. Р. Содержание аминокислот в зерне образцов яровой мягкой пшеницы. // Российская сельскохозяйственная наука. – 2023. – № 2. – С.25-39 DOI: 10.31857/S2500262723020084
4. Шаболкина Е.Н., Шевченко С.Н., Долженко Д.О., Калякулина И.А., Анисимкина Н.В. Аминокислотный состав белков голозерного ячменя. // Зерновое хозяйство России. – 2025. – № 2 (17). – С. 13–19. DOI: 10.31367/2079-8725-2025-97-2-13-19
5. Лачуга Ю.Ф., Месхи Б.Ч., Пахомов В.И., Рудой Д.В., Камбулов С.И., Мальцева Т.А. Исследование изменения аминокислотного состава зерновых колосовых культур в процессе созревания. // Инженерные технологии и системы. – 2023. – № 4 (33) – С. 508-523. <https://doi.org/10.15507/2658-4123.033.202304.508-523>
6. Yigit A., Ereku O. Antioxidant Activity and Essential Amino acid Content of Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Varieties // Journal of Agricultural Sciences. – 2023. – Vol. 29. – No. 1. – P. 130–141. DOI:10.15832/ ankutbd.999660
7. Горянина Т.А., Макушкин А.Н. Качество зерна сортов озимых тритикале селекции Самарского НИИСХ. // Аграрный научный журнал. – 2021. №7. – С. 4-8. DOI: 10.28983/asj.y2021i7
8. Асеева Т.А., Зенкина К.В., Ломакина И.В. Хозяйственная и биологическая характеристика перспективного универсального сорта яровой пшеницы Далира. // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – № 6 (34). – С. 59-64. DOI: 10.24411/0235-2451-2020 10611.
9. Бельштина М.Е. Биохимический состав семян раннеспелых сортов сои и его вариабельность в зависимости от сортовых особенностей и метеорологических условий

вегетационного периода. // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 3 (51). – С. 33-40.

10. Чикишев Д. В., Абрамов Н. В., Ларина Н. С. и др. Формирование химического состава зерна яровой пшеницы при различном уровне минерального питания. // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2020. – № 3 (10). – С. 496-505. DOI: 10.21285/2227-2925-2020-10-3-496-505.

11. Jiang X., Wu P., Tian, J. Genetic analysis of amino acid content in wheat grain // Journal of Genetics. – 2014. – Vol. 93. P. 451–458. DOI: 10.1007/s12041-014-0408-6.

12. Крищенко В.П., Волкова Л.В. Караматова Г.Х. Взаимозависимые изменения химического состава зерна у злаковых культур. // Известия ТСХА. – 1987. – №4. – С. 65-69.

13. Лысыков Ю.А. Аминокислоты в питании человека. // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2012. – №2. – С.88-105.

References

1. Kulevatova T.B., Beketova G.A., Zlobina L.N., Ermakova E.M. Evaluation of grain quality of spring soft wheat varieties by sedimentation method. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2024, no. 4 (52), pp. 163-170. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-4-163-170 (in Russian)

2. Zenkova M. L. Study of mineral and amino acid composition of sprouted and canned wheat grain. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv*, 2019, no. 4 (49), pp. 513-521. DOI: 10.21603/2074-9414-2019-4-513-521 (in Russian)

3. Askhadullin Damir F., Askhadullin Danil F., Vasilova N. Z., Zuev E. V., Khairullin A. R. Amino acid content in the grain of spring soft wheat samples. *Rossiyskaya sel'skokhozyaystvennaya nauka*, 2023, no. 2, pp. 25-39 DOI: 10.31857/S2500262723020084 (in Russian)

4. Shabolkina E. N., Shevchenko S. N., Dolzhenko D. O., Kalyakulina I. A., Anisimkina N. V. Amino acid composition of proteins of naked barley. *Zernovoye khozyaystvo Rossii*, 2025, no. 2 (17), pp. 13-19. DOI: 10.31367/2079-8725-2025-97-2-13-19 3 (in Russian)

5. Lachuga Yu. F., Meskhi B. Ch., Pakhomov V. I., Rudoy D. V., Kambulov S. I., Maltseva T. A. Study of changes in the amino acid composition of cereal crops during ripening. *Inzhenernyye tekhnologii i sistemy*, 2023, no. 4 (33), pp. 508-523. <https://doi.org/10.15507/2658-4123.033.202304.508-523> (in Russian)

6. Yigit A., Ereku O. Antioxidant Activity and Essential Amino acid Content of Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Varieties. *Journal of Agricultural Sciences*, 2023, no. 1 (29), pp. 130-141. DOI:10.15832/ankutbd.999660

7. Goryanina T.A., Makushkin A.N. Grain quality of winter triticale varieties bred by the Samara Research Institute of Agriculture. *Agrarian Scientific Journal*, 2021, no. 7, pp.4-8. DOI: 10.28983/asj.y2021i7 (in Russian)

8. Aseeva T.A., Zenkina K.V., Lomakina I.V. Economic and biological characteristics of the promising universal spring wheat variety Dalira. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2020, no. 6 (34), pp. 59-64. DOI: 10.24411/0235-2451-2020 10611 (in Russian)

9. Belyshkina M.E. Biochemical composition of seeds of early ripening soybean varieties and its variability depending on varietal characteristics and meteorological conditions of the growing season. *Vestnik Ul'yanovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*, 2020, no. 3 (51), pp. 33-40 (in Russian)

10. Chikishev D.V., Abramov N.V., Larina N.S., et al. Formation of the chemical composition of spring wheat grain at different levels of mineral nutrition. *Izvestiya vuzov. Prikladnaya khimiya i biotekhnologiya*, 2020, no. 3 (10), pp. 496–505. DOI: 10.21285/2227-2925-2020-10-3-496-505 (in Russian)

11. Jiang X., Wu P., Tian, J. Genetic analysis of amino acid content in wheat grain. *Journal of Genetics*. 2014, Vol. 93, pp. 451-458. DOI: 10.1007/s12041-014-0408-6.

12. Krishchenko V.P., Volkova L.V., Karamatova G.Kh. Interdependent changes in the chemical composition of grain in cereal crops. *Izvestiya TSKHA*, 1987, no.4, pp. 65-69 (in Russian)

13. Lysikov Yu.A. Amino acids in human nutrition. *Ekspperimental'naya i klinicheskaya gastroenterologiya*, 2012, no.2, pp.88-105 (in Russian)

ВЛИЯНИЕ СРОКОВ ПОСЕВА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И АДАПТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.В. ЧЕРНОУСОВ, научный сотрудник, E-mail: john-first_1991@mail.ru,
ORCID ID 0000-0003-1744-8752

М.А. ФОМЕНКО, доктор сельскохозяйственных наук,
E-mail: fomenko.marina.1602@mail.ru, ORCID ID 0000-0001-5385-6863

И.В. ЛЯШКОВ, научный сотрудник, E-mail: i.lyashkov@yandex.ru,
ORCID ID 0000-0002-0278-9354

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ РОСТОВСКИЙ АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР, РАССВЕТ,
РОСТОВСКАЯ ОБЛАСТЬ

Аннотация. Исследования проводили с целью изучения особенностей формирования урожая зерна и параметров адаптивности озимой мягкой пшеницы в зависимости от сроков посева в почвенно-климатических условиях северо-западной зоны Ростовской области. Работу выполняли на среднемощном южном карбонатном черноземе в 2021-2024 гг. Материалом для исследования были сорта озимой пшеницы селекции ФРАНЦ. Схема опыта включала пять сроков посева: 25 августа, 5 сентября, 15 сентября, 25 сентября и 5 октября. В среднем за годы исследований наиболее благоприятный режим для развития растений озимой пшеницы складывался при посеве 5...15 сентября, когда сумма эффективных температур находилась на уровне 673...892°C. Темпы осеннего развития были наиболее значительными при посеве в период с 25 августа по 15 сентября. По комплексу параметров адаптивности выделились сорта Константа 22, Вольная заря, Донская Т20 и Калитва, обладающие пластичностью, селекционной ценностью, гомеостатичностью, стрессоустойчивостью и высокой зерновой продуктивностью.

Ключевые слова: озимая пшеница, сумма эффективных температур, осадки, сроки посева, урожайность, параметры адаптивности.

Для цитирования: Черноусов Е.В., Фоменко М.А., Ляшков И.В. Влияние сроков посева на продуктивность и адаптивный потенциал сортов озимой мягкой пшеницы в условиях Ростовской области. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2025; 3(55):138-144. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-3-138-144

INFLUENCE OF SOWING DATES ON PRODUCTIVITY AND ADAPTIVE POTENTIAL OF WINTER SOFT WHEAT VARIETIES IN THE ROSTOV REGION

E.V. Chernousov, M.A. Fomenko, I.V. Ljashkov

FEDERAL ROSTOV AGRICULTURAL RESEARCH CENTER, Rassvet, Rostov Region, Russia

Abstract: The research was carried out in order to study the features of grain harvest formation and the adaptability parameters of winter soft wheat depending on the timing of sowing in the soil and climatic conditions of the north-western zone of the Rostov region. The work was carried out on the mid-range southern carbonate chernozem in 2021-2024. The material for the study was winter wheat varieties of breeding FRARC. The scheme of the experiment included five sowing dates: August 25, September 5, September 15, September 25, and October 5. On average, over the years of research, the most favorable regime for the development of winter wheat plants was formed during sowing on September 5...15, when the sum of effective temperatures was at the level of 673...892 °C. The pace of autumn development was the most significant during sowing in

Keywords: winter wheat, the sum of effective temperatures, precipitation, sowing time, yield, adaptability parameters.

Введение

В последние годы климат Ростовской области становится более континентальным, усиливается его аридность. Продуктивность озимой пшеницы в значительной степени зависит от складывающихся погодных условий. В связи с этим, корректировка сроков посева является важным условием стабильного роста урожайности и повышения качества зерна озимой мягкой пшеницы [1].

При посеве в оптимальные сроки создаются благоприятные условия для кущения, заделки и перезимовки озимых, обеспечивается необходимая густота стеблестоя растений и более высокие урожаи зерна озимой пшеницы. В результате повреждений растений ранних сроков сева вирусными болезнями урожай отдельных сортов резко снижается [2].

Исследования, выполненные в Центрально-Черноземной регионе, в Курском ФАНЦ установили, что посев озимой пшеницы в оптимальные сроки (с 5 по 15 сентября) обеспечивает высокие урожаи с высоким качеством зерна [3]. В опыте Х.А. Малкандуева со авторами в условиях экологических зон Кабардино-Балкарской республики, отмечали наибольшую урожайность при посеве с 25 сентября по 5 октября [4]. Для Крымского региона при изучении урожайности озимой пшеницы, в зависимости от условий года, выделяли различные сроки посева. Например, в 2018 г. (оптимальное увлажнение) наиболее оптимальным для всех изучаемых сортов был второй срок посева (15.10), в 2019 г. (засуха) – первый (1.10), а в условиях засушливой осени 2020 г. поздние сроки посева были более благоприятными, оптимальным был 4-й срок (15.11) [5].

Выбор оптимальных сроков посева озимой пшеницы всегда был первоочередной задачей при разработке агротехнологий, а в условиях аридизации климата приобретает особую значимость [6].

В настоящее время одной из актуальных проблем в растениеводстве является селекция экологически устойчивых сортов. Реакцию генотипов на изменение условий выращивания характеризуют показатели адаптивности особенностей сорта. Высокая и стабильная урожайность достигается при сочетании в генотипе высокой потенциальной продуктивности и устойчивости к неблагоприятным экологическим факторам [7].

Оценка экологической пластичности и стабильности перспективных сортов коллекционного питомника показала, что сорта отечественной селекции обладают высокой стабильностью и адаптивностью в зоне неустойчивого увлажнения Ростовской области [8]. В условиях лесостепи Западной Сибири проведено комплексное изучение адаптивного потенциала сортов озимой мягкой пшеницы. По результатам исследований выделены генотипы Новосибирская 2, Новосибирская 3, Краснообская, Памяти Чекурова, обладающие высоким адаптивным потенциалом, представляющие интерес для использования в селекции на экологическую пластичность [9].

Для сельскохозяйственного производства важно подобрать сорта, стабильные по урожайности и пригодные для возделывания в различных почвенно-климатических условиях региона. Адаптивный сорт при правильной агротехнике способен нивелировать влияние негативных абиотических факторов [2].

Цель исследований – изучение влияния сроков посева на урожайность и оценка параметров адаптивности сортов озимой мягкой пшеницы селекции ФРАНЦ.

Условия, материалы и методы

Исследования выполняли в отделе селекции и семеноводства пшеницы ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр» в 2021-2024 гг. в северо-западной сельскохозяйственной зоне Ростовской области. Почва опытного участка – среднемощный южный карбонатный чернозем. Мощность гумусового горизонта – 60-70 см. Содержание гумуса в пахотном слое составляло 3,6% (ГОСТ 2613- 91), гидролизующего азота (по Тюрину

и Кононовой) – 67 мг/кг, общего азота (N-NO₃+ N-NH₄) (по Гинзбургу) в пахотном слое почвы – 18 мг/кг почвы, подвижных форм фосфора (P₂O₅) и калия (K₂O) (ГОСТ 26204-91) – 25 и 300 мг/кг соответственно. Сумма поглощенных оснований (ГОСТ 27281-88) – 68 мг-экв./100 г.

Объектами исследования были сорта озимой мягкой пшеницы селекции ФРАНЦ. Сорта Вольная зоря, Донья, Константа 22, Калитва – интенсивного типа, полукарлики. Сорта Донская Т20 и Тарасовская среднерослые по высоте, полунтенсивного типа развития. Посев проводили с 25 августа по 5 октября с интервалом через десять дней. Десятидневный интервал позволил более детально отследить реакцию сортов на складывающиеся условия в зависимости от сроков посева. По зональной системе земледелия [10] срок посева 25 августа считают ранним, 5... 15 сентября – оптимальным, 25 сентября – допустимым и 5 октября – поздним.

Предшественник – черный пар. Технология подготовки черного пара общепринятая для зоны. Норма высева – 4 млн всхожих семян на 1 га при всех сроках посева. Основное удобрение вносили осенью под вспашку пара из расчета 128 кг д.в./га (200 кг/га аммофоса в физической массе). Ранневесеннюю подкормку проводили аммиачной селитрой прикорневойм способом дозой 210 кг/га в физической массе (72 кг д.в./га азота). Глубина заделки семян – 4...5 см. Площадь делянки 50 м², повторность – трехкратная.

В течение вегетации проводили фенологические наблюдения и оценки в соответствии с Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989). После прекращения осенней вегетации определяли общую кустистость, глубину залегания узла кушения, высоту растений, биомассу 10 растений. Учет урожайности озимой тритикале проводили методом поделночного обмолота комбайном Сампо 500 с последующим приведением к стандартной влажности.

Статистическую обработку данных осуществляли методами дисперсионного и корреляционного анализов с использованием пакета программ Microsoft Excel. Рассчитанные коэффициенты корреляции статистически значимы при 95%-ном уровне вероятности (p<0,05), для определения адаптивности сортов – методику S.A. Eherhart, W.A. Russel в версии В.З. Зыкина [11], для оценки гомеостатичности и селекционной ценности генотипов использовали методики В.В. Хангильдина, Н.А. Литвиненко (1981). Оценку образцов по гибкости и стрессоустойчивости сортов выполняли по методике В.А. Зыкина и В.В. Мешкова (1984).

Коэффициент мультипликативности, предложенный В. А. Драгавцевым и др. (1984), позволяет сравнить изменчивость признака: $KM = \frac{Y_i + b_i x_i}{Y_i}$, где КМ – коэффициент мультипликативности i-го сорта; Y_i – среднее значение исследуемого признака у i-го сорта по пунктам испытания; b_i – коэффициент линейной регрессии i-го сорта; x_i – среднее значение для всех x_i средних по всем сортам для каждого j-го пункта эксперимента.

Результаты и обсуждение

А.И. Носатовский (1965) предложил рассчитывать оптимальные сроки посева озимой пшеницы для каждого региона по сумме активных температур от посева до даты перехода средней суточной температуры воздуха через +5°C, т.е. прекращения осенней вегетации. За этот период сумма активных температур должна составлять 550-600°C. В основе этого метода лежит потребность растений к суммарному количеству температур для их оптимального развития к концу осенней вегетации. При определении срока посева необходимо учитывать главное требование при уходе растений в зиму – они должны находиться в фазе кушения и иметь 2-4 стебля на растении.

В среднем за 4 года продолжительность периода от посева 25 августа до прекращения осенней вегетации составила 76 дней. За это время накопленная сумма эффективных температур достигала 1114°C. Наиболее благоприятный режим для развития растений озимой мягкой пшеницы (по Носатовскому) сложился при посеве 5...15 сентября, когда сумма температур находилась на уровне 673...892°C (табл. 1).

Посев в более поздние сроки приводил к сильному недобору эффективных температур. Анализ корреляционных взаимосвязей между суммой эффективных температур за период

Таблица 1

Характеристика периода посев-окончание осенней вегетации озимой пшеницы в зависимости от сроков посева (среднее за 2021-2024 гг.)

Срок посева	Продолжительность периода, дни	Сумма эффективных температур, °С	Сумма осадков, мм
25 августа	76	1114	100
5 сентября	66	892	88
15 сентября	56	673	76
25 сентября	46	496	54
5 октября	36	334	48

Анализируя полученные данные, можно констатировать, что посев озимой пшеницы в период с 25 августа по 15 сентября для засушливых условий севера Ростовской области оказался наиболее обоснованным. Урожайность в этих вариантах составила в среднем 5,93 т/га зерна. В 2021 г. самую высокую урожайность (6,36 т/га) отмечали при посеве озимой пшеницы 5 сентября, что обеспечило прибавку, по сравнению с другими сроками сева, на 0,54...2,43 т/га. Отдельно стоит охарактеризовать засушливый 2024 г., ГТК осеннего периода в среднем по срокам составил 0,31 (сухой период). Всходы озимой пшеницы были очень изреженными. Растения ушли в перезимовку слаборазвитыми, об этом свидетельствует наименьшая зерновая продуктивность 3,08 т/га (табл. 2).

Таблица 2

Среднесортная урожайность озимой мягкой пшеницы в зависимости от срока посева, т/га

Сорт	Год	Срок посева					
		25 августа	05 сентября	15 сентября	25 сентября	05 октября	Среднее
Дон 107, st	2021	3,89	5,53	4,60	4,17	3,49	4,34
Вольная заря		4,17	5,82	5,54	3,96	4,23	4,74
Донская Т20		3,84	5,84	5,13	4,25	3,51	4,51
Донья		4,36	6,40	5,86	4,09	4,14	4,97
Константа 22		4,38	6,44	6,21	4,41	3,87	5,06
Тарасовская		4,34	6,12	6,23	4,34	3,02	4,81
Калитва		7,01	8,37	7,15	6,65	5,22	6,88
Среднее		4,57	6,36	5,82	4,55	3,93	5,05
Дон 107, st	2022	6,63	6,23	6,38	6,83	5,79	6,37
Вольная заря		7,71	7,67	6,76	6,52	6,40	7,01
Донская Т20		7,17	7,50	6,70	6,23	5,90	6,70
Донья		7,98	8,19	6,85	6,61	6,26	7,18
Константа 22		7,15	7,45	6,83	6,32	6,08	6,77
Тарасовская		7,52	7,62	6,71	5,74	5,19	6,56
Калитва		7,34	7,74	6,65	6,34	5,26	6,67
Среднее		7,36	7,49	6,70	6,37	5,84	6,75
Дон 107, st	2023	6,55	7,27	6,45	7,13	6,63	6,81
Вольная заря		7,24	8,44	7,81	7,98	6,26	7,55
Донская Т20		6,79	7,85	7,13	6,98	6,49	7,05
Донья		9,06	9,87	9,18	8,59	7,08	8,76
Константа 22		7,60	8,11	7,47	7,52	6,16	7,37
Тарасовская		7,92	8,43	7,56	7,95	5,53	7,48

Калитва		7,80	7,48	7,51	7,79	6,40	7,40
Среднее		7,57	8,21	7,59	7,71	6,36	7,49
Дон 107, st	2024	2,83	3,09	2,77	3,41	3,35	3,09
Вольная заря		3,14	3,66	3,63	3,06	3,39	3,38
Донская Т20		2,82	3,20	3,05	2,71	3,10	2,98
Донья		2,72	3,57	2,39	2,82	2,64	2,83
Константа 22		3,80	3,93	2,99	2,80	3,03	3,31
Тарасовская		3,23	3,22	3,17	2,85	2,30	2,95
Калитва		3,90	3,26	3,03	2,36	2,50	3,01
Среднее		3,21	3,42	3,00	2,86	2,90	3,08
Среднее, 2021-2024 гг.		5,68	6,37	5,78	5,37	4,76	5,59
НСР ₀₅ (по срокам) = 0,64 т/га							
НСР ₀₅ (по годам) = 0,92 т/га							

Октябрьский посев во все годы изучения приводил к значительному снижению урожайности. В среднем разница составляла 1,17 т/га, по сравнению с оптимальным периодом посева (25 августа – 15 сентября). Размах варьировал от 0,31 т/га (2024 г.) до 1,66 т/га (2021 г.)

Следует выделить по урожайности 2023 г, средняя величина этого показателя по всем срокам составила 7,49 т/га. Это был благоприятный по осадкам и температурному режиму сезон. В 2022 и 2021 гг. урожайность находилась на уровне 5,89 т/га зерна.

Среди изучаемых сортов наибольшую среднюю урожайность за годы исследований по срокам посева показал сорт Калитва – 5,99 т/га. Также высокой зерновой продуктивностью отмечались сорта Донья – 5,93, Вольная заря – 5,67, Константа 22 – 5,63, Тарасовская – 5,45 и Донская Т20 – 5,31 т/га (табл. 3).

Таблица 3

Параметры адаптивности сортов озимой пшеницы ФРАНЦ по признаку «урожайность» (среднее за 2019-2024 гг.)

Сорт	Урожайность, т/га			b _i	S _i ²	(Y _{min} -Y _{max})	(Y _{min} +Y _{max})/2	Sc	Hom	KM
	min	max	$\bar{x}$							
Дон 107, ст	3,09	6,81	5,15	0,88	2,24	-3,72	6,49	2,34	10,1	1,96
Вольная заря	3,38	7,55	5,67	0,99	2,80	-4,17	7,15	2,54	10,9	1,97
Донская Т20	2,98	7,05	5,31	0,97	2,72	-4,07	6,50	2,24	9,8	2,02
Донья	2,83	8,76	5,93	1,31	4,95	-5,93	7,21	1,92	8,4	2,23
Константа 22	3,31	7,37	5,63	0,93	2,51	-4,06	7,00	2,53	11,0	1,93
Тарасовская	2,95	7,48	5,45	1,02	2,99	-4,52	6,69	2,15	9,3	2,04
Калитва	3,01	7,40	5,99	0,90	2,36	-4,39	6,71	2,44	11,6	1,84
НСР ₀₅	0,18	0,55	0,28	-	-	-	-	-	-	-

Важный показатель адаптивных свойств сорта – коэффициент регрессии по среде b_i. Он отражает реакцию сорта на изменения условий возделывания. Когда коэффициент регрессии близок к 1,0, сорт пластичен, если b_i > 1, отзывчив на улучшение условий выращивания. Если b_i < 1, сорт мало отзывчив на улучшение условий среды и будет иметь преимущество в неблагоприятных условиях выращивания. В наших исследованиях к пластичным можно отнести Вольная заря, Донская Т20 и Тарасовская. Требовательны к условиям среды сорт Донья. Слабо реагируют на ухудшение условий среды: Дон 107 и Калитва.

Варианса стабильности S_i^2 определяет насколько сорт соответствует пластичности, рассчитанной с помощью коэффициента регрессии. Чем ближе S_i^2 к 0, тем выше его стабильность. Наиболее стабильными по признаку урожайности были сорта Дон 107, Калитва и Константа 22. Сорт Донья, Тарасовская, Вольная заря, Донская Т20 и отличались меньшей выраженностью признака стабильности.

Стрессоустойчивость ($Y_{min}-Y_{max}$) является важным показателем для оценки потенциала адаптивности. Данный показатель является разницей между максимальной урожайностью и минимальной, чем разрыв меньше, тем выше устойчивость к стрессу. Наибольшей стрессоустойчивостью обладали сорта Дон 107 (-3,72), Константа 22 (-4,06), и Донская Т20 (-4,07).

Генетическая гибкость сорта $((Y_{max}+Y_{min})/2)$ отражает среднее значение продуктивности в контрастных условиях выращивания. Высокий уровень этого показателя свидетельствует о большой степени соответствия между генотипом и средой. Среди изучаемых образцов наибольшей генетической гибкостью обладали сорта Донья (7,21), Вольная заря (7,15) и Константа 22 (7,00).

Показателем, определяющим реакцию сортов на изменение условий среды, является коэффициент мультипликативности (КМ). Высокой отзывчивостью к изменениям условий обладали сорта Донья (КМ = 2,23), Тарасовская (КМ = 2,04) и Донская Т20 (КМ = 2,02).

Еще один показатель, с помощью которого можно определять адаптивные свойства – селекционная ценность (Sc). Данный параметр определяется как соотношение урожайности конкретного образца в лимитирующих и оптимальных условиях, умноженное на среднюю урожайность по пунктам испытания. Высокие показатели селекционной ценности отмечены у сортов Вольная заря (Sc = 2,54), Константа 22 (Sc = 2,53) и Калитва (Sc = 2,44).

Способность растений показывать стабильность рассматриваемого параметра при воздействии неблагоприятных условий среды – гомеостатичность (Ном). Этот показатель прямо пропорционален урожайности сорта и обратно пропорционален ее разбросу в разных условиях. Чем выше числовое выражение этого показателя, тем большая стабильность при выращивании в различных условиях среды. Наибольшей гомеостатичностью обладали сорта Калитва (Ном = 11,6), Константа 22 (Ном = 11,0) и Вольная заря (Ном = 10,9).

Таким, образом по комплексу параметров адаптивности выделились сорта: Константа 22 – стабильность, стрессоустойчивость, генетическая гибкость, селекционная ценность и гомеостатичность; Вольная заря – пластичность, генетическая гибкость, селекционная ценность и гомеостатичность; Донская Т20 – пластичность, стрессоустойчивость, мультипликативность; Калитва – стабильность, селекционная ценность и гомеостатичность.

Заключение

Сроки посева озимой пшеницы смещаются в зависимости от климатических условий региона. При благоприятных осенних условиях (наличие влаги в почве, теплая погода) оптимальным сроком посева озимой пшеницы в северо-западной зоне Ростовской области следует считать период с 25 августа по 15 сентября, допустимый срок посева – период до 5 октября. В условиях осеней засухи наиболее оптимален вариант начала посева 5 сентября.

Для практической селекции актуальны сорта, которые выделились по комплексу параметров адаптивности: Константа 22, Вольная заря, Донская Т20, Калитва, обладающие пластичностью, селекционной ценностью, гомеостатичностью, стрессоустойчивостью и высокой зерновой продуктивностью.

Литература

1. Ляшков И.В., Бирюков К.Н. Влияние погодных условий и сроков посева на урожайность озимой пшеницы на Среднем Дону. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 2 (94). – С. 22-27. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2022-94-2-22-27>.
2. Бирюков К.Н., Грабовец А.И., Крохмаль А.В. и др. Сроки посева – важная составляющая технологии возделывания тритикале при усилении засушливости климата. // Достижения науки и техники АПК. – 2022. – Т. 36. – № 2. – С. 32-36. doi: 10.53859/02352451_2022_36_2_32.

3. Лазарев В.И., Котельникова М.Н. Влияние сроков посева на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в условиях Курской области. [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-srokov-poseva-na-urozhaynost-i-kachestvo-zerna-ozimoy-pshenitsy-v-usloviyah-kurskoy-oblasti>
4. Малкандуев Х.А., Малкандуева А.Х., Шамурзаев Р.И., Базгиев М.А. Влияние сроков посева на урожайность и качество зерна озимой пшеницы. // Инновации и продовольственная безопасность. – 2018. – (3). – С.93-97. <https://doi.org/10.31677/2311-0651-2018-0-3-93-97>.
5. Радченко Л.А., Ганоцкая Т.Л., Радченко А.Ф., Бабанина С.С. Сроки сева и их влияние на урожайность и качество зерна сортов озимой пшеницы. // Зерновое хозяйство России. -2021. - (6). – С. 95-103. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2021-78-6-95-103>.
6. Мельник А.Ф. Влияние аридности климата на технологии возделывания озимой пшеницы. // Вестник аграрной науки. – 2020. – № 1 (82). – С. 41-46.
7. Рыбась И.А., Иванисов М.М., Марченко Д.М., и др. Оценка параметров адаптивности сортов озимой пшеницы в южной зоне Ростовской области. // Зерновое хозяйство России. – 2023. – Т. 15. – № 6. – С. 67-73. DOI: 10.31367/2079-8725-2023- 89-6-67-73.
8. Черноусов Е.В., Фоменко М.А. Оценка экологической пластичности и стабильности перспективных сортов коллекционного питомника. // Актуальные вопросы современных научных исследований. – Пенза. – 2023. – С. 32-40.
9. Сурначёв А.С., Мусинов К.К. Оценка параметров адаптивности образцов озимой мягкой пшеницы при различных сроках посева в условиях лесостепи Западной Сибири. // Зерновое хозяйство России. – 2024. – 16(2). – С. 21-29. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2024-91-2-21-28>.
10. Грабовец А.И., Фоменко М.А. Озимая пшеница: (второе изд., доп. и уточнённое). // – Ростов-на-Дону: Юг. – 2022. – 464 с.
11. Зыкин В.А., Белан И.А., Юсов В.С., Исламгулов Д.Р. Методика расчёта и оценки параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений: 2-е изд, перераб. и доп. / Уфа: Башкирский ГАУ. – 2011. – 100 с.

References

1. Lyashkov I.V., Biryukov K.N. The influence of weather conditions and sowing dates on the yield of winter wheat in the Middle Don. *Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*. 2022. No. 2 (94). I. 22-27. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2022-94-2-22-27>
2. Biryukov K.N., Grabovets A.I., Krokhnal A.V. and others. The timing of sowing is an important component of triticale cultivation technology with increasing aridity of the climate. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2022, Vol. 36, No. 2, pp. 32-36. doi: 10.53859/02352451-2022-36-2-32.
3. Lazarev V.N.I., Kotelnikova M.N. The influence of sowing dates on the yield and quality of winter wheat grain in the conditions of the Kursk region [Electronic resource – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-srokov-poseva-na-urozhaynost-i-kachestvo-zerna-ozimoy-pshenitsy-v-usloviyah-kurskoy-oblasti>
4. Malkanduev Kh.A., Malkandueva A.Kh., R. Shamurzaev.I., Bazgiev M.A. The influence of sowing dates on the yield and quality of winter wheat grain. *Innovations and food security*. 2018, No.3, pp.93-97. <https://doi.org/10.31677/2311-0651-2018-0-3-93-97>.
5. Radchenko L.A., Ganotskaya T.L., Radchenko A.F., Babanina S.N.I. The timing of sowing and their impact on the yield and quality of grain varieties of winter wheat. *Grain industry of Russia*. 2021, no.6, pp.95-103. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2021-78-6-95-103>
6. Melnik A.F. The influence of aridity of climate on the technology of storage of winter wheat. *Bulletin of Agrarian Science*. 2020, No. 1 (82), pp. 41-46.
7. Rybas I.A., Ivanisov M.Jr., D. Marchenko, Jr., and others. Assessment of the adaptability parameters of winter wheat varieties in the southern zone of the Rostov region. *Grain industry of Russia*. 2023, Vol. 15, No. 6, pp. 67-73. DOI: 10.31367/2079-8725-2023- 89-6-67-73
8. Chernousov E.V. Fomenko M.A. Assessment of ecological plasticity and stability of promising varieties of a collection nursery. *Aktual'nye voprosy sovremennykh nauchnykh issledovaniy*. Penza, 2023, pp. 32 – 40.
9. Surnachev A.S., Musinov K.K. Assessment of the adaptability parameters of winter soft wheat samples at different sowing periods in the forest-steppe of Western Siberia. *Zernovoe khozyaistvo Rossii*, 2024, no. 16(2), pp. 21-29. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2024-91-2-21-28>.
10. Grabovets, A.I., Fomenko M.A. Winter wheat: (second ed., additional and updated). Rostov-on-Don: Yug, 2022, 464 p.
11. Zykin V. A., Belan I.A., Yusov V.S., Islamgulov D.R. Methodology for calculating and evaluating the parameters of ecological plasticity of agricultural plants: 2nd ed., revised. and add. *Bulletin of Moscow State University*. Ufa: Bashkir State Agrarian University, 2011, 100 p.

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МУКОМОЛЬНЫХ СВОЙСТВ
РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ, ТРИТИКАЛЕ И РЖИ УРОЖАЯ 2023 ГОДА,
РАЙОНИРОВАННЫХ В СМОЛЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Р.Х. КАНДРОКОВ, кандидат технических наук, ORCID ID: 0000-0003-2003-2918,
E-mail: nart132007@mail.ru

Е.А. НАЗОЙКИН*, кандидат технических наук, ORCID ID: 0000-0002-7859-1117
E-mail: NazojkinEA@mgupp.ru

ФГБОУ ВО РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ – МСХА
ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА, Г. МОСКВА
*ФГБОУ ВО РОССИЙСКИЙ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «РОСБИОТЕХ»,
Г. МОСКВА

Аннотация. *Зерновка основной злаковой зерновой культуры России – пшеницы, является источником питательных веществ – белков, углеводов, липидов; биологически активных веществ – витаминов, ферментов, минеральных веществ, микро- и макронутриентов. Одним из наиболее перспективных культур в XXI веке для выработки хлебобулочных и мучных кондитерских изделий является зерно тритикале. Представлены результаты исследования мукомольных свойств различных сортов пшеницы, тритикале и ржи урожая 2023 года, районированных в Смоленской области. В качестве объекта исследований использовали зерно высокоурожайных районированных сортов: яровой пшеницы Радмира и Юбилейная, озимой пшеницы Немчиновская 85, Немчиновская 24, озимого тритикале Консул, Слон, Нина и озимой ржи Таловская 45 урожая 2023 года, выращенные в Смоленской области. Установлено, что наибольшие выхода сортовой хлебопекарной пшеничной муки получили из зерна яровой пшеницы сорта Юбилейная и зерна озимой пшеницы сорта Немчиновская 24, которые составили 73,1 и 73,2%, соответственно. Выход сортовой хлебопекарной пшеничной муки из зерна яровой пшеницы сорта Радмира составил 72,0%. Наименьший выход сортовой хлебопекарной пшеничной муки получили из зерна яровой пшеницы сорта Немчиновская 85, который составил всего 70,1%, что на 3,1% ниже, по сравнению с выходом муки из зерна озимой пшеницы сорта Немчиновская 24. Наибольший выход сортовой хлебопекарной тритикалевой муки получили из зерна озимого тритикале сорта Нина – 77,2%, выход сортовой хлебопекарной тритикалевой муки из зерна озимого тритикале сорта Консул составил 72,3%. Наименьший выход сортовой хлебопекарной тритикалевой муки получили при помоле зерна озимого тритикале сорта Слон – 70,9%. Выход сортовой хлебопекарной ржаной муки из зерна озимой ржи сорта Таловская 45 составил 70,8%.*

Ключевые слова: мукомольные свойства, пшеница, тритикале, рожь, крупнообразующая способность, выход, мука.

Для цитирования: 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):145-154. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-3-145-154

**COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF FLOUR-MILLING PROPERTIES OF
DIFFERENT VARIETIES OF WHEAT, TRITICALE AND RYE OF THE CROP 2023,
ZONED IN THE SMOLENSK REGION**

R.H. Kandrov, E.A. Nazoykin*

Abstract: *The grain of the main cereal grain crop of Russia - wheat, is a source of nutrients - proteins, carbohydrates, lipids; biologically active substances - vitamins, enzymes, minerals, micro- and macronutrients. One of the most promising crops in the 21st century for the production of bakery and flour confectionery products is triticale grain. The article presents the results of a study of the milling properties of various varieties of wheat, triticale and rye harvested in 2023, zoned in the Smolensk region. The grain of high-yielding zoned varieties was used as the object of research: spring wheat Radmira and Yubileynaya, winter wheat Nemchinovskaya 85, Nemchinovskaya 24, winter triticale Consul, Slon, Nina and winter rye Talovskaya 45 of the 2023 harvest, grown in the Smolensk region. It was found that the highest yields of varietal baking wheat flour were obtained from the grain of spring wheat of the Yubileynaya variety and the grain of winter wheat of the Nemchinovskaya 24 variety, which amounted to 73.1 and 73.2%, respectively. The yield of varietal baking wheat flour from the grain of spring wheat of the Radmira variety was 72.0%. The lowest yield of varietal baking wheat flour was obtained from the grain of spring wheat of the Nemchinovskaya 85 variety, which was only 70.1%, which is 3.1% lower compared to the yield of flour from the grain of winter wheat of the Nemchinovskaya 24 variety. The highest yield of varietal baking triticale flour 77.2% was obtained from the grain of winter triticale of the Nina variety, the yield of varietal baking triticale flour from the grain of winter triticale of the Consul variety was 72.3%. The lowest yield of varietal baking triticale flour was obtained when milling the grain of winter triticale of the Slon variety, which was 70.9%. The yield of varietal baking rye flour from the grain of winter rye of the Talovskaya 45 variety, which was 70.8%.*

Keywords: milling properties, wheat, triticale, rye, grain-forming ability, yield, flour.

Введение

Зерновка основной злаковой зерновой культуры России – пшеницы, является источником питательных веществ – белков, углеводов, липидов; биологически активных веществ – витаминов, ферментов, минеральных веществ, микро- и макронутриентов [1, 2].

В России основным продуктом питания, вырабатываемым из зернового сырья, является хлеб. Для производства белого пшеничного хлеба, в основном, используется мука высшего и первого сорта. В мукомольном производстве мука высшего и первого сорта вырабатывается, преимущественно, из эндосперма зерна, при этом теряется от 60 до 90% витаминов группы В, витамина Е, фолиевой кислоты, ниацина, а также микроэлементов, сосредоточенных в наружной оболочке зерна и зародыше. Для восполнения потерь указанных веществ в хлебе существуют технологии обогащения (фортификации) различными пищевыми добавками натурального и искусственного происхождения на стадиях производства муки и производства хлеба: обогащение пищевыми волокнами (пищевые диетические отруби), пшеничным зародышем, сухой пшеничной клейковиной, витаминно-минеральными смесями, зерновыми добавками других зерновых культур [3, 4].

Одним из наиболее перспективных культур в XXI веке для выработки хлебобулочных и мучных кондитерских изделий является зерно тритикале. Тритикале – новый вид хлебных злаков, обладающий высокими питательными свойствами. По содержанию белка оно превосходит не только зерно ржи, но и зерно мягкой пшеницы. В зерне тритикале по сравнению с пшеницей содержится больше незаменимых аминокислот, таких как лизин, валин, лейцин и др., в силу чего биологическая ценность тритикале выше, чем пшеницы. Крахмал тритикале, составляющий три четверти массы зерновки, отличается от крахмала пшеницы и ржи низким содержанием амилозы [4, 5, 6].

В России тритикале используют, в основном, в производстве комбикормов и на технические цели. Перспективно применение тритикалевой муки в качестве компонента в рецептуре при производстве кондитерских изделий: печенья, бисквитов, кексов, крекеров. Возможно применение тритикалевой муки при производстве быстрых завтраков или при

изготовлении диетического хлеба для лиц, страдающих нарушением обмена веществ. Популярными становятся хлебобулочные изделия из продуктов переработки смеси нескольких злаков, в том числе и зерна тритикале [7, 8].

Новая культура сочетает в себе благоприятные биологические и хозяйственные показатели. Использование её на выработку продуктов питания поможет решению задач продовольственной безопасности России. Последние тенденции развития перерабатывающих отраслей пищевой индустрии связаны с использованием новых видов сырья [9, 10, 11], созданием безотходных технологий и технологий глубокой переработки сырья, в том числе растительного сырья [12, 13].

Мукомольные достоинства зерна различных культур, в т.ч. пшеницы, ржи и тритикале, относятся к одним из важнейших, т.к. от выхода и качества полученных различных видов и сортов муки зависит рентабельность мукомольных заводов.

Цель исследований – провести сравнительную характеристику мукомольных свойств различных сортов пшеницы, тритикале и ржи урожая 2023 года, районированных в Смоленской области.

Материалы и методы исследования

В качестве объектов исследований использовали зерно перспективных, высокоурожайных районированных сортов яровой пшеницы Радмира и Юбилейная, озимой пшеницы сортов Немчиновская 85, Немчиновская 24, озимого тритикале сортов Консул, Слон, Нина и озимой ржи сорта Таловская 45 урожая 2023 года, выращенные в Смоленской области. Сорта яровой пшеницы Радмира, Юбилейная, озимой пшеницы Немчиновская 85, Немчиновская 24 и озимой тритикале Нина выведены селекционерами ФГБНУ ФИЦ «Немчиновка». Авторы сортов: озимой тритикале Консул – АНЦ «Донской», Слон – НЦ зерна имени П.П. Лукьяненко, озимой ржи Таловская 45 – Воронежский ФАНЦ имени В.В. Докучаева.

На рисунке 1 представлены показатели качества представленных образцов зерна яровой и озимой пшениц как объектов наших исследований.

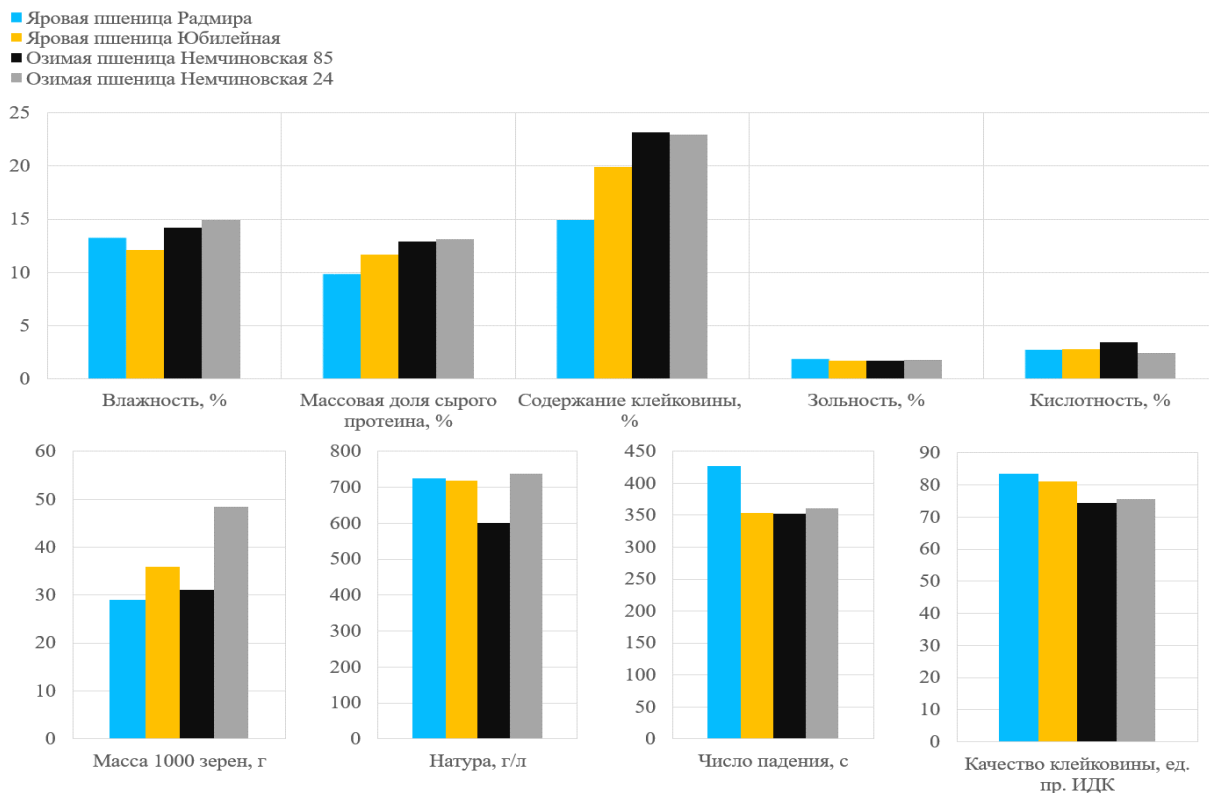


Рис. 1. Показатели качества исходных образцов зерна яровой и озимой пшеницы

На рисунке 2 представлены показатели качества зерна озимого тритикале сортов Консул, Слон, Нина и зерна ржи сорта Таловская 45, как объектов исследований.

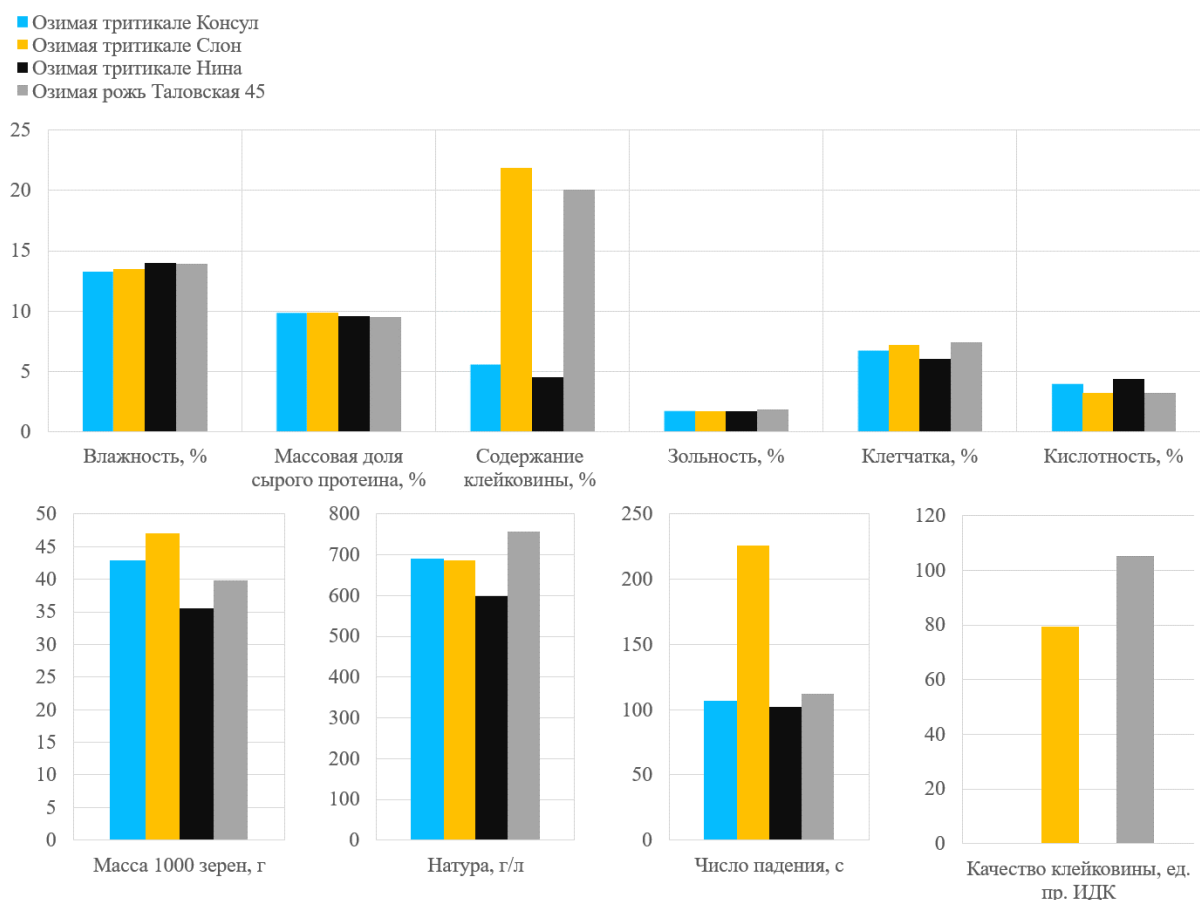


Рис. 2. Показатели качества исходных районированных сортов зерна озимого тритикале и ржи урожая 2023 года

Моделирование драных систем хлебопекарного помола пшеницы, тритикале и ржи для определения сравнительной характеристики мукомольных свойств районированных в Смоленской области различных сортов пшеницы, тритикале и ржи урожая 2023 года проводили на мельнице лабораторного помола «Нагема» с нарезными вальцами. Основные механико-кинематические показатели мельницы следующие: производительность 100 кг/час, скорость быстровращающегося вальца 5,5 м/с, дифференциал 2,0, расположение рифлей спинка по спинке, количество рифлей на 1-ом погонном сантиметре – 6 штук, уклон рифлей 8%. Межвальцовый зазор на I драной системе составил 0,5 мм, на II – 0,25 мм, на III – 0,15 мм, на IV – 0,1 мм и V драной системе – 0,09 мм. Разработанная лабораторная технологическая схема сортового помола мягкой пшеницы в сортовую муку состоит из 5-и драных и 6-и размольных систем.

Моделирование размольных систем хлебопекарного помола пшеницы, тритикале и ржи проводили с использованием мельницы лабораторного помола МЛП-4 с гладкими микрошероховатыми вальцами. В качестве гидротермической обработки (ГТО) при подготовке зерна яровой и озимой пшеницы, тритикале и ржи к лабораторным помолам применяли холодное кондиционирование, как наиболее распространенный и дешевый способ.

Результаты исследования

На первом этапе исследований, проведенных на кафедре «Зерна, хлебопекарных и кондитерских технологий», проведены эксперименты по определению крупобразующей способности различных сортов пшеницы, тритикале и ржи урожая 2023 года, районированных в Смоленской области. При проведении лабораторных помолов смоделировали все 5 из 5 драных, крупобразующих систем. Полученные сравнительные

экспериментальные данные выхода промежуточных продуктов измельчения в виде крупок, дунстов и пшеничной муки при размоле зерна яровой пшеницы сортов Радмира и Юбилейная, озимой пшеницы сортов Немчиновская 85 и Немчиновская 24 представлены на рисунке 3.



Рис. 3. Выход промежуточных продуктов и пшеничной муки при размоле зерна яровой и озимой пшеницы сортов Радмира, Юбилейная, Немчиновская 85, Немчиновская 24

Как видно из рисунка 3, при размоле зерна яровой пшеницы сорта Радмира выход промежуточных продуктов размола в виде круподунстовых продуктов и муки составил 86,7%, в т.ч. 12,4% пшеничной хлебопекарной муки, при размоле зерна сорта Юбилейная выход промежуточных продуктов размола в виде круподунстовых продуктов и пшеничной муки составил 84,5%, в т.ч. 8,1% сортовой пшеничной хлебопекарной муки.

При размоле зерна озимой пшеницы сорта Немчиновская 85 выход промежуточных продуктов размола в виде круподунстовых продуктов и пшеничной муки составил 84,8%, в т.ч. 8,0% сортовой пшеничной хлебопекарной муки, при размоле зерна сорта Немчиновская 24 выход промежуточных продуктов размола в виде круподунстовых продуктов и пшеничной муки составил 87,6%, в т.ч. 7,4% сортовой пшеничной хлебопекарной муки.

На рисунке 4 представлены полученные экспериментальные данные по выходу промежуточных продуктов измельчения в виде крупок, дунстов и тритикалевой муки при размоле зерна озимого тритикале сорта Консул, Слон, Нина и зерна озимой ржи сорта Таловская 45.

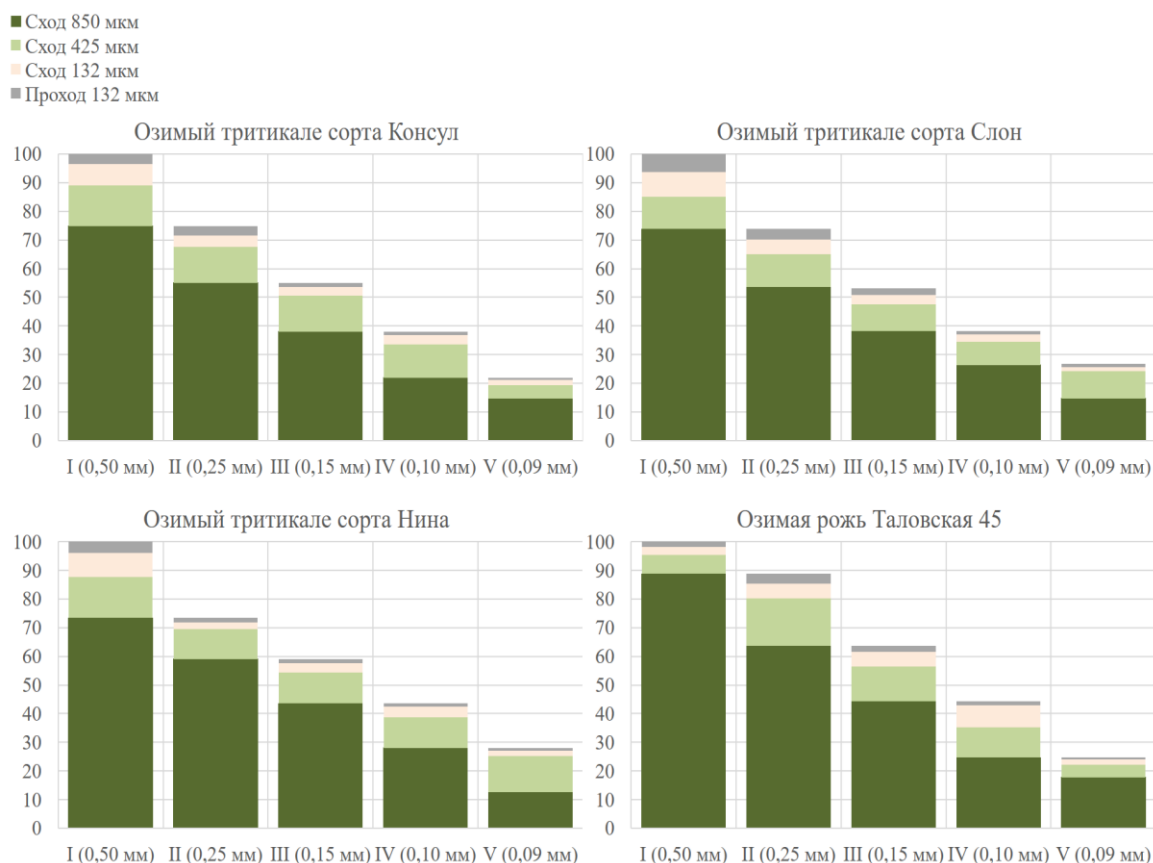


Рис. 4. Выход промежуточных продуктов и пшеничной муки при размоле зерна озимой тритикале сорта Консул, Слон и Нина

Как видно из рисунка 4, при размоле зерна озимого тритикале сорта Консул выход промежуточных продуктов размола в виде круподуновых продуктов и тритикалевой муки составил 85,4%, в т.ч. 10,1% сортовой хлебопекарной тритикалевой муки, при размоле зерна сорта Слон выход промежуточных продуктов и тритикалевой муки составил 85,3%, в т.ч. 14,7% сортовой тритикалевой хлебопекарной муки, при размоле зерна сорта Нина выход промежуточных продуктов размола и тритикалевой муки составил 87,3%, в т.ч. 8,9% сортовой тритикалевой хлебопекарной муки.

При размоле зерна озимой ржи сорта Таловская 45 выход промежуточных продуктов размола в виде круподуновых продуктов и ржаной муки составил 82,2%, в т.ч. 9,7% сортовой ржаной хлебопекарной муки.

На втором, заключительном этапе исследований провели сравнительные сортовые хлебопекарные помолы зерна яровой и озимой мягкой пшеницы, озимого тритикале и ржи по разработанной сокращенной лабораторной технологической схеме, включающей 5 драных и 6 размольных систем, для определения потенциальных мукомольных свойств представленных образцов.

На рисунке 5 представлены полученные сравнительные экспериментальные данные по выходу и белизне отдельных потоков пшеничной муки из зерна яровой и озимой пшениц сортов Радмира, Юбилейная, Немчиновская 85 и Немчиновская 24.

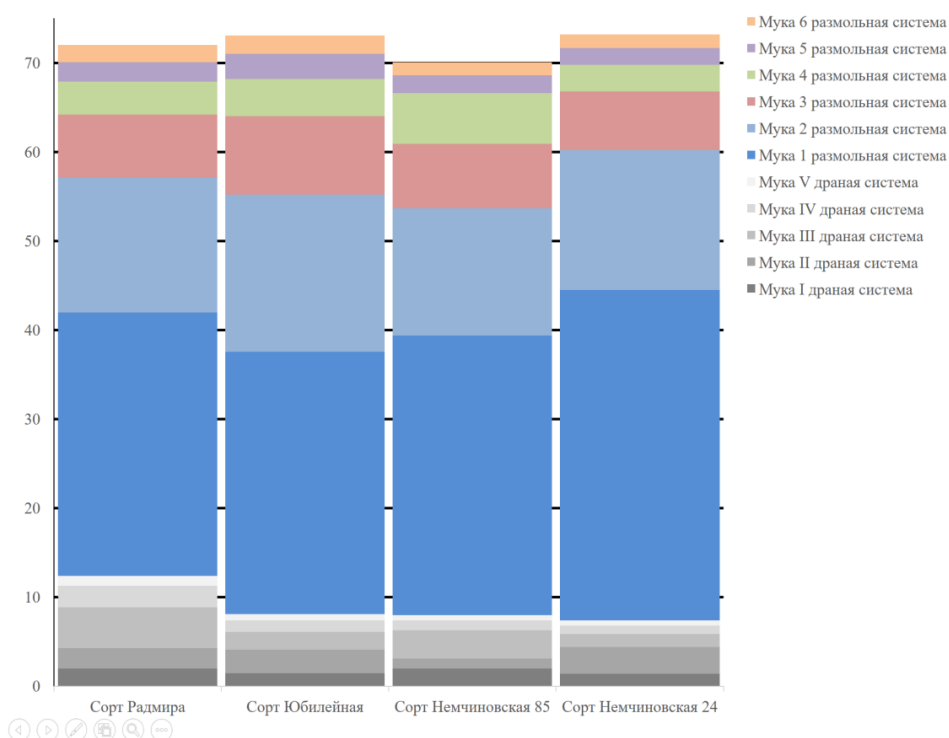


Рис. 5. Выход и белизна потоков сортовой муки из зерна яровой и озимой пшеницы сортов Радмира, Юбилейная, Немчиновская 85 и Немчиновская 24

Как видно из рисунка 5, наибольшие выхода сортовой хлебопекарной пшеничной муки получили из зерна яровой пшеницы сорта Юбилейная и зерна озимой пшеницы сорта Немчиновская 24, которые составили 73,1 и 73,2%, соответственно. При этом суммарный выход пшеничной хлебопекарной муки 1-го сорта, полученный на 1-ой и 2-ой размольных системах, составил 47,1% и 52,8%, соответственно. Выход сортовой хлебопекарной пшеничной муки из зерна яровой пшеницы сорта Радмира составил 72,0%. При этом суммарный выход пшеничной хлебопекарной муки 1-го сорта, полученный на 1-ой и 2-ой размольных системах, составил 44,7%.

Наименьший выход сортовой хлебопекарной пшеничной муки получили из зерна яровой пшеницы сорта Немчиновская 85, который составил всего 70,1%, что на 3,1% ниже, по сравнению с выходом муки из зерна озимой пшеницы сорта Немчиновская 24. При этом суммарный выход пшеничной хлебопекарной муки 1-го сорта, полученный на 1-ой и 2-ой размольных системах, составил 45,7%. Хлебопекарную пшеничную муку высшего сорта не удалось получить ни из одного из представленных четырех образцов зерна пшеницы.

На рисунке 6 представлены полученные сравнительные экспериментальные данные по выходу и белизне потоков тритикалевой и ржаной муки из зерна озимого тритикале сорта Консул, Слон, Нина и озимой ржи сорта Таловская 45.

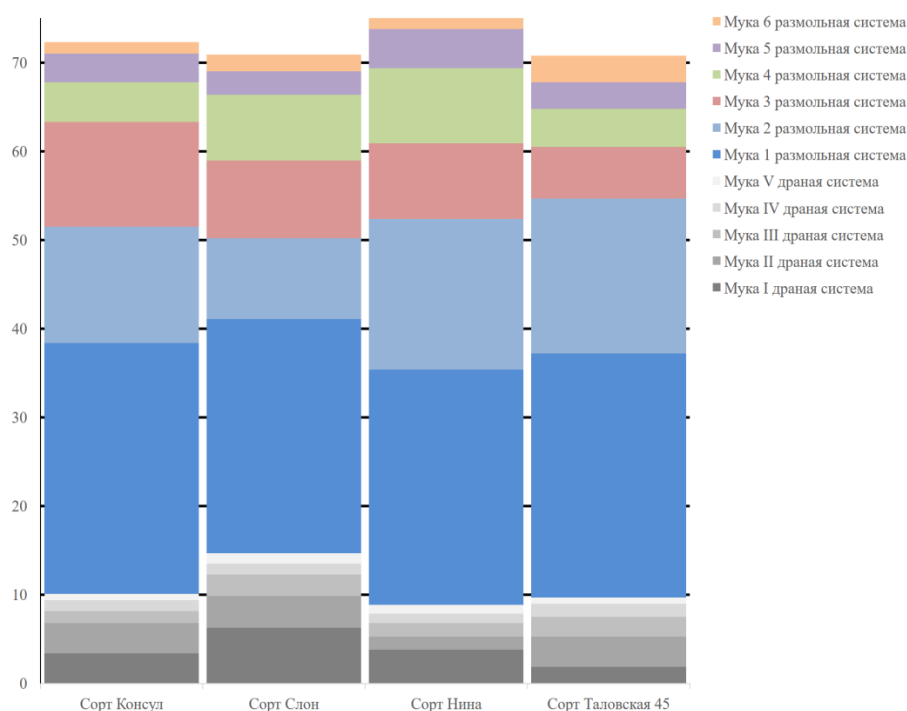


Рис. 6. Выход и белизна потоков сортовой муки из озимого тритикале сортов Консул, Слон и Нина, озимой ржи сорта Таловская 45

Как видно из рисунка 6, наибольший выход сортовой хлебопекарной тритикалевой муки получили из зерна озимого тритикале сорта Нина – 77,2%, при этом суммарный выход тритикалевой хлебопекарной муки сорта Т-70, полученный на 1-ой и 2-ой размольных системах, составил 50,4%.

Выход сортовой хлебопекарной тритикалевой муки из зерна озимого тритикале сорта Консул составил 72,3%, при этом суммарный выход тритикалевой хлебопекарной муки сорта Т-80, полученный на 1-ой и 2-ой размольных системах, составил 33,2%. Наименьший выход сортовой хлебопекарной тритикалевой муки получили при помоле зерна озимого тритикале сорта Слон – 70,9%, при этом суммарный выход тритикалевой хлебопекарной муки сорта Т-70, полученный на 1-ой и 2-ой размольных системах, составил 47,8%, что на 2,6% ниже, по сравнению с выходом тритикалевой муки из зерна сорта Нина. Хлебопекарную тритикаловую муку высшего сорта Т-60 не удалось получить ни из одного из представленных трех образцов зерна тритикале.

Выход сортовой хлебопекарной ржаной муки из зерна озимой ржи сорта Таловская 45 составил 70,8%, при этом суммарный выход ржаной хлебопекарной муки сорта особая, полученный на 1-ой и 2-ой размольных системах, составил 52,5%.

Закключение

Таким образом, по результатам проведенных исследований установлено, наибольшие выхода сортовой хлебопекарной пшеничной муки получили из зерна яровой пшеницы сорта Юбилейная и озимой пшеницы сорта Немчиновская 24, которые составили 73,1 и 73,2%, соответственно. При этом суммарный выход пшеничной хлебопекарной муки 1-го сорта, полученный на 1-ой и 2-ой размольных системах, составил 47,1% и 52,8%, соответственно. Выход сортовой хлебопекарной пшеничной муки из зерна яровой пшеницы сорта Радмира составил 72,0%. При этом суммарный выход пшеничной хлебопекарной муки 1-го сорта, полученный на 1-ой и 2-ой размольных системах, составил 44,7%.

Наименьший выход сортовой хлебопекарной пшеничной муки получили из зерна яровой пшеницы сорта Немчиновская 85, который составил всего 70,1%, что 3,1% ниже по сравнению с выходом муки из зерна озимой пшеницы сорта Немчиновская 24. При этом суммарный выход пшеничной хлебопекарной муки 1-го сорта, полученный на 1-ой и 2-ой

размольных системах, составил 45,7%. Хлебопекарную пшеничную муку высшего сорта не удалось получить ни из одного из представленных четырех образцов зерна пшеницы.

Наибольший выход сортовой хлебопекарной тритикалевой муки получили из зерна озимого тритикале сорта Нина – 77,2%. При этом суммарный выход тритикалевой хлебопекарной муки сорта Т-70, полученный на 1-ой и 2-ой размольных системах, составил 50,4%. Выход сортовой хлебопекарной тритикалевой муки из зерна сорта Консул составил 72,3%, при этом суммарный выход тритикалевой хлебопекарной муки сорта Т-80, полученный на 1-ой и 2-ой размольных системах, составил 33,2%.

Наименьший выход сортовой хлебопекарной тритикалевой муки получили при помоле зерна озимого тритикале сорта Слоны – 70,9%. При этом суммарный выход тритикалевой хлебопекарной муки сорта Т-70, полученный на 1-ой и 2-ой размольных системах, составил 47,8%, что на 2,6% ниже, по сравнению с выходом тритикалевой муки из зерна сорта Нина. Хлебопекарную тритикалевую муку высшего сорта Т-60 не удалось получить ни из одного из представленных трех образцов зерна тритикале.

Выход сортовой хлебопекарной ржаной муки из зерна сорта Таловская 45 составил 70,8%, при этом суммарный выход ржаной хлебопекарной муки сорта особая, полученный на 1-ой и 2-ой размольных системах, составил 52,5%.

Литература

1. 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). – 110-122. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-4-110-122.
2. Кандроков Р.Х. Исследование влияния содержания белозерной пшеницы в твердой пшенице 3 класса на выход и качество муки для макаронных изделий и качество макаронных изделий. // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2023. –Т. 61 (2). – С. 170-184. DOI: 10.29235/1817-7204-2023-61-2-162-176.
3. Кандроков Р.Х. Моделирование хлебопекарного помола мягкой пшеницы с использованием 4-х валкового вальцового станка. // Пищевая промышленность. – 2023. – № 3. – С. 82-87. DOI: 10.52653/PPI.2023.3.3.017.
4. Кандроков Р.Х., Бекшоков К.С. Влияние соотношения зерновой помольной смеси на крупнообразующую способность и выход тритикалево-ржаной муки. // Индустрия питания. – 2022. – № 4. – С. 50-58. DOI: 10.29141/2500-1922-2022-7-4-6.
5. Кандроков Р.Х., Бегеулов М.Ш., Игонин В.Н., Наумович Р.В. Мукомольные свойства зерна сортов и перспективных сортообразцов твердой озимой и яровой пшеницы. // Российская сельскохозяйственная наука. – 2020. – № 1. – С. 66-71. DOI: 10.31857/S2500-2627-2020-1-66-71.
6. Романова И.Н., Никитин А.Н., Птицына Н.В., Пузик А.А., Перепичай М.И., Лякина О.А. Дифференциация урожайности и качества зерна сортов озимой пшеницы в зависимости от агротехнологических приемов в условиях Смоленской области. // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 7. – С. 44-48. DOI: 10.28983/asj.y2021i7pp44-48.
7. Иванисов М.М., Марченко Д.М., Некрасов Е.И. Особенности сортов озимой мягкой пшеницы универсального типа селекции ФГБНУ "АНЦ "Донской". // Зерновое хозяйство России. – 2021. – № 6(78). – С. 3-8. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-78-6-3-8.
8. Манукян И.Р., Сатцаева И.К., Мальдзигова А.У. Хлебопекарная оценка качества перспективного селекционного материала озимой мягкой пшеницы. // Вестник КрасГАУ. – 2023. – № 6(195). – С. 226-233. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-6-226-233.
9. Кандроков Р.Х., Панкратов Г.Н., Рындин А.А., Конорев П.М. Мукомольные свойства озимых сортов зерна тритикале. // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2021. – № 2. – С. 38-51. DOI: 10.36107/spfp.2021.145.
10. Кравченко Н.С., Марченко Д.М., Игнатъева Н.Г., Копусь М.М., Мирошников К.А. Технологические свойства сортов озимой мягкой пшеницы в зависимости от предшественника. // Аграрная наука. – 2022. – № 7-8. – С. 146-151. DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-146-151.

11. Садыгова М.К., Гапонов С.Н., Шутарева Г.И., Цетва Н.М., Кириллова Т.В., Филина Д.К. Технологический потенциал зерна яровой твердой пшеницы саратовской селекции. // Техника и технология пищевых производств. – 2021. – Т. 51(4). – С. 759-767. DOI: 10.21603/2074-9414-2021-4-759-767.
12. Кандроков Р.Х., Маар М.Э., Ахтанин С.Н. Формирование потоков сортовой хлебопекарной тритикалевой муки с учетом кумулятивных кривых зольности. // Ползуновский вестник. – 2022. – № 4-1. – С. 39-47. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.005.
13. Воронов С.И., Кузьмич М.А., Медведев А.М., Соболева Е.В., Кузьмич Л.С. Мукомольные и хлебопекарные достоинства зерна тритикале селекции ФИЦ «Немчиновка». // Аграрная Россия. – 2023. – № 4. – С. 9-14. DOI: 10.30906/1999-5636-2023-4-9-14.

References

1. Khmeleva E.V., Kandrov R.Kh., Berezina N.A., Korolev D.N., Sidorenko V.S. Technological potential of new wheat varieties of Orel breeding. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2023, no. 4 (48), pp. 110-122. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-4-110-122. (In Russian)
2. Kandrov R.Kh. Study of the influence of white-grain wheat content in class 3 durum wheat on the yield and quality of flour for pasta and the quality of pasta. *Ves. Nac. akad. navuk Belarusi. Ser. agrar. navuk*. 2023, V. 61(2), pp. 170-184. DOI: 10.29235/1817-7204-2023-61-2-162-176. (In Russian)
3. Kandrov R.Kh. Modeling of bakery grinding of soft wheat using a 4-roller mill. *Pishchevaya promyshlennost'*, 2023, no. 3, pp. 82-87. DOI: 10.52653/PPI.2023.3.3.017. (In Russian)
4. Kandrov R.Kh., Bekshokov K.S. Influence of the ratio of grain grinding mixture on the cereal-forming capacity and yield of triticale-rye flour. *Industriya pitaniya*, 2022, no. 4, pp. 50-58. DOI: 10.29141/2500-1922-2022-7-4-6. (In Russian)
5. Kandrov R.Kh., Begeulov M.Sh., Igonin V.N., Naumovich R.V. Flour-milling properties of grain of varieties and promising variety samples of hard winter and spring wheat. *Rossiyskaya sel'skhozaystvennaya nauka*, 2020, no. 1, pp. 66-71. DOI: 10.31857/S2500-2627-2020-1-66-71. (In Russian)
6. Romanova I.N., Nikitin A.N., Ptitsyna N.V., Puzik A.A., Perepichai M.I., Lyakina O.A. Differentiation of yield and grain quality of winter wheat varieties depending on agrotechnological methods in the conditions of the Smolensk region. *Agrarnyj nauchnyj zhurnal*, 2021, no. 7, pp. 44-48. DOI: 10.28983/asj.y2021i7pp44-48. (In Russian)
7. Ivanisov M.M., Marchenko D.M., Nekrasov E.I. Features of winter soft wheat varieties of the universal type of selection of the FGBNU "ANC "Donskoy". *Zernovoe hozyaistvo Rossii*, 2021, no. 6(78), pp. 3-8. DOI: 10.31367 / 2079-8725-2021-78-6-3-8. (In Russian)
8. Manukyan I.R., Satsaeva I.K., Maldzigova A.U. Bakery assessment of the quality of promising breeding material of winter soft wheat. *Vestnik KrasGAU*, 2023, no. 6(195), pp. 226-233. DOI: 10.36718 / 1819-4036-2023-6-226-233. (In Russian)
9. Kandrov R.Kh., Pankratov G.N., Ryndin A.A., Konorev P.M. Flour-milling properties of winter varieties of triticale grain. *Hranenie i pererabotka sel'hozsyrya*, 2021, no. 2, pp. 38-51. DOI: 10.36107/spfp.2021.145. (In Russian)
10. Kravchenko N.S., Marchenko D.M., Ignatyeva N.G., Kopus M.M., Miroshnikov K.A. Technological properties of winter soft wheat varieties depending on the predecessor. *Agrarnaya nauka*, 2022, no. 7-8, pp. 146-151. DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-146-151. (In Russian)
11. Sadygova M.K., Gaponov S.N., Shutareva G.I., Tsetva N.M., Kirillova T.V., Filina D.K. Technological potential of spring durum wheat grain of Saratov selection. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv*, 2021, V. 51(4), pp. 759-767. DOI: 10.21603/2074-9414-2021-4-759-767. (In Russian)
12. Kandrov R.Kh., Maar M.E., Akhtanin S.N. Formation of flows of varietal baking triticale flour taking into account cumulative ash curves. *Polzunovskij vestnik*, 2022, no. 4-1, pp. 39-47. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.005. (In Russian)
13. Voronov S.I., Kuzmich M.A., Medvedev A.M., Soboлева E.V., Kuzmich L.S. Flour and baking qualities of triticale grain bred at the Nemchinovka Research Center. *Agrarnaya Rossiya*, 2023, no. 4, pp. 9-14. DOI: 10.30906/1999-5636-2023-4-9-14. (In Russian)

ИЗУЧЕНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОЗИМЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Д.Д. САЙФУТДИНОВА, научный сотрудник, E-mail: sayfut2009@gmail.com,
ORCID ID: 0000-0001-7679-7915

М.Л. ПОНОМАРЕВА, доктор биологических наук, E-mail: smponomarev@yandex.ru,
ORCID ID 0000-0002-1648-3938

С.Н. ПОНОМАРЕВ, доктор сельскохозяйственных наук,
E-mail: s.ponomarev2020@yandex.ru, ORCID ID 0000-0001-8898-4435

Г.С. МАННАПОВА, кандидат сельскохозяйственных наук,
E-mail: mgs1980@mail.ru, ORCID ID 0000-0002-9097-783X

ТАТАРСКИЙ НИИСХ – ОСП ФГБУН ФИЦ «КАЗАНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РАН»

Аннотация. В период с 2020-2024 гг. в республике Татарстан было проведено исследование реологических свойств зерна озимой ржи (8 сортов) и озимой мягкой пшеницы (9 сортов). Эксперименты проводились на базе ТатНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН. Для ржи определяли число падения (ЧП), высоту амилограммы, водопоглотительную способность (ВПС) и время образования теста из ржаного шрота. Для пшеницы оценивали физические свойства теста на альвеографе и фаринографе, руководствуясь ГОСТ 34702-2020. Большинство сортов имели ЧП в пределах 200-300 сек (1 класс). Амилографическая вязкость варьировала значительно (310-1290 ед.). Гибриды Проммо и Авиатор показали ЧП 280 и 312 сек, амилографическую вязкость 811 и 1039 ед. соответственно, а также наименьшую изменчивость реологических свойств. Эти показатели не подходят для выпечки ржаного хлеба в чистом виде, но могут быть полезны для улучшения муки из некачественного зерна. Сорта Радонь, Авиатор и Проммо отличались высокой ВПС цельнозернового шрота (до 72%), что важно для ржаного хлебопечения. Время формирования теста составляло 2-5 минут, при этом сорта Эстафета Татарстана и Огонёк показали наибольшую стабильность. В целом, татарстанские сорта озимой ржи обладают хорошими хлебопекарными свойствами, обусловленными их реологией, но высокая изменчивость требует совершенствования селекционных подходов. Выявлена сильная корреляция между ЧП и активностью альфа-амилазы ($r=0,989$). Сила муки у сортов озимой пшеницы изменялась в пределах 203-343 ед. альвеографа. Все исследованные татарские сорта соответствуют требованиям к сильной или средней по силе муке, пригодной для хлебопечения. Сорта Надежда, Дарина и Универсиада показали оптимальные результаты на альвеографе (297-299 ед. и соотношение упругости к растяжимости 0,7-1,1) и фаринографе (ВПС 60-61% и валориметрическая оценка 65-78%). Краснодарские сорта Сварог (сильная пшеница), Юка и Антонина (ценная пшеница) также продемонстрировали высокое качество.

Ключевые слова озимая рожь, озимая мягкая пшеница, сорт, реология теста, водопоглотительная способность, сила муки.

Для цитирования: Сайфутдинова Д.Д., Пономарева М.Л., Пономарев С.Н., Маннапова Г.С. Изучение реологических свойств озимых культур в условиях республики Татарстан. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2025; 3(55):155-164. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-3-155-164

STUDY OF RHEOLOGICAL PROPERTIES OF WINTER CROPS IN THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

D.D. Saifutdinova, M.L. Ponomareva, S.N. Ponomarev, G.S. Mannapova
TATAR RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE SSU FRC KazSC RAS, Kazan, Russia

Abstract: In the period from 2020-2024, a study of the rheological properties of winter rye grain (8 varieties) and winter soft wheat (9 varieties) was conducted in the Republic of Tatarstan. The experiments were conducted at the Tatar Research Institute of Agriculture SSU FRC KazSC RAS. For rye, the falling number (FN), amylogram height, water absorption capacity (WAC) and dough formation time of rye extracted meal were determined. For wheat, the physical properties of the dough were evaluated on the alveograph and farinograph, guided by GOST 34702-2020. Most cultivars had FN between 200-300 sec (grade 1). Amylographic viscosity varied significantly (310-1290 units). Prommo and Aviator hybrids showed FN 280 and 312 sec, amylographic viscosity 811 and 1039 units, respectively, and the least variability in rheological properties. These values are not suitable for baking pure rye bread, but may be useful for improving flour from poor quality grain. Radon, Aviator and Prommo varieties were characterized by high WAC of whole-grain extracted meal (up to 72%), which is important for rye bread making. The time of dough formation was 2-5 minutes, with the varieties Estafeta Tatarstan and Ogonyok showing the greatest stability. In general, Tatarstan varieties of winter rye have good baking properties due to their rheology, but high variability requires improvement of breeding approaches. A strong correlation was found between FN and alpha-amylase activity ($r=0,989$). Flour strength in winter wheat varieties varied between 203-343 alveograph units. All Tatarstan varieties studied meet the requirements for strong or medium strength flour suitable for baking. Nadezhda, Darina and Universiada varieties showed optimal results on alveograph (297-299 units and elasticity to extensibility ratio 0.7-1.1) and farinograph (WAC 60-61% and valorimetric score 65-78%). Krasnodar varieties Svarog (strong wheat), Yuka and Antonina (valuable wheat) also demonstrated high quality.

Keywords: winter rye, winter soft wheat, variety, dough rheology, water absorption capacity, flour strength.

Введение

Озимая рожь и пшеница играют ключевую роль в агропромышленном секторе как стратегически важные сельскохозяйственные культуры, поставляющие сырье для мукомольной, хлебопекарной и кормовой промышленности. В связи с этим селекция данных культур сосредоточена на обеспечении стабильного и высокого качества урожая в разнообразных климатических условиях.

Озимая пшеница (*Triticum aestivum*) – важнейшая продовольственная культура России основное назначение которой – производство муки для выпечки хлеба и изготовления кондитерских и макаронных изделий [1]. Качественные характеристики теста, такие как высокая водопоглотительная способность, эластичность и растяжимость, критически важны для успешного функционирования мукомольной и хлебопекарной промышленности. На эти свойства влияют наследственные особенности сорта и условия выращивания. Получение зерна, соответствующего высоким стандартам сильных сортов, представляет собой сложную задачу для агропромышленного комплекса. Решение этой проблемы заключается в создании и внедрении сортов озимой пшеницы, обладающих высоким качеством зерна и способных давать хлебопекарное зерно в различных климатических зонах [2].

Рожь (*Secale cereale* L.), культивируемая в Европе с древности, занимает второе место по значимости после пшеницы в производстве хлеба и других изделий из теста [3]. В России рожь является традиционной национальной культурой, образно говоря, это её «колыбель» [4]. Среди зерновых культур рожь является единственным злаком, похожим на пшеницу с точки зрения получения муки, которая при замесе с водой дает вязкое, растяжимое тесто. Однако отличие состоит в том, что белки ржи не формируют клейковинный комплекс, как это происходит с пшеничной мукой; вместо этого доминирующую роль играют некрахмальные полисахариды-пентозаны или арабиноксиланы [5].

Ржаное тесто по реологическим свойствам и пригодности для хлебопечения уступает пшеничному, поскольку обладает более низкими показателями упругости и газодерживающей способности. В процессе тестоведения ржи преобладает молочнокислое брожение, что приводит к быстрому повышению кислотности, деградации клейковинных белков, затрудняя формирование клейковинного комплекса [6].

Главное качество муки, которое играет решающую роль в хлебопекарной индустрии, определяется ее силой, то есть способностью обеспечивать тесту определенную структуру и объем. В зависимости от силы муки, пшеница классифицируется на различные категории: сильная (улучшитель), средняя по силе (ценная), филлер и слабая. Сильная пшеница обладает уникальной способностью улучшать хлебопекарные характеристики более слабых сортов, позволяя увеличить выход муки и самого хлеба, что существенно сокращает расход зерна [7]. В свете растущего спроса на хлебобулочные изделия высокого качества и развития экспортного потенциала становится острой необходимостью производить зерно именно из "сильных" и "ценных" сортов пшеницы.

Проблематика качества зерна остается значимой, особенно в контексте традиций хлебопечения в республике Татарстан. Это связано с тем, что именно в этом регионе России озимые культуры занимают значительные площади посева. Качество хлеба и муки определяется широким спектром факторов, от химического состава и содержания белка до активности ферментов и условий выращивания и хранения. Реологические свойства теста, то есть его поведение при замесе, растяжении и сжатии, оказывают существенное влияние на формирование структуры теста и напрямую влияют на качество как хлебобулочных, так и кондитерских изделий [8]. Эти свойства обусловлены составом муки, включая содержание белка, клейковины и крахмала, а также сортом и условиями выращивания. Современные приборы, например, альвеограф и фаринограф, позволяют быстро и точно измерить указанные свойства.

Цель исследования – детальная характеристика реологических свойств зернового шрота из сортов озимой ржи и муки из сортов озимой мягкой пшеницы, выращиваемых в условиях республики Татарстан.

Материал и методы исследований

Полевые исследования проводили в период с 2020 по 2024 гг. на экспериментальной базе ТатНИИСХ. Отличительной чертой вегетационных сезонов данного периода являлась их высокая контрастность (табл. 1). Метеоусловия 2021 года характеризовались крайним дефицитом влаги, особенно сухим был июнь ($ГТК=0,16$), температурный режим был выше среднемноголетних данных, что привело к раннему созреванию зерна. Дефицит осадков, повышенный температурный режим наблюдались и в условиях 2023 года. Относительно благоприятными были условия 2020, 2022, 2024 гг.

Таблица 1

Метеорологические условия периода вегетации озимых культур

Показатель	Год	Май	Июнь	Июль
Среднесуточная температура воздуха, °C	2020	13,4	16,6	22,0
	2021	18,0	22,2	21,9
	2022	9,6	17,8	21,2
	2023	16,0	16,5	21,5
	2024	10,3	21,1	21,3
	Среднемноголетние	13,8	17,6	20,3
Сумма осадков, мм	2020	60	35	32
	2021	17	11	32
	2022	60	27	64
	2023	81	7	73
	2024	39	50	99
	Среднемноголетние	36	62	63
Гидротермический коэффициент (ГТК)	2020	1,68	0,73	0,47
	2021	0,32	0,16	0,41
	2022	2,20	0,51	0,97
	2023	1,73	0,14	1,08
	2024	1,63	0,79	1,51

Эксперимент по изучению качественных характеристик сортов озимой ржи и озимой пшеницы был заложен в условиях селекционного севооборота, расположенного в Лаишевском районе республики Татарстан, в окрестностях села Большие Кабаны. Исследование проводилось на серой лесной почве, где предшественником в севообороте был чистый пар. Площадь опытной делянки составляла 12,5 м², повторность четырёхкратная. В качестве объектов изучения выступали 8 сортов озимой ржи и 9 сортов озимой пшеницы. Среди ржи рассматривались как популяционные сорта селекции ФИЦ КазНИЦ РАН (Тантана, Эстафета Татарстана, Радонь, Огонёк, Подарок, Зилант), так и гибридные сорта немецкой селекции компании KWS (Авиатор, Проммо). В исследовании также участвовали сорта озимой пшеницы, выведенные в ФИЦ КазНИЦ РАН (Казанская 560, Казанская 285, Надежда, Дарина, Универсиада, Султан). Кроме того, в течение двух лет (2023-2024 гг.) изучались сорта селекции НИЦЗ им. П.П. Лукьяненко: Юка, Антонина и Сварог. Все исследуемые сорта, за исключением Султана (имеющего патент № 10140 от 09.04.2019), включены в Государственный реестр сортов, допущенных к использованию в Средневолжском регионе. Стандартом по озимой ржи служил сорт Тантана, по озимой пшенице – Казанская 560.

Оценку качественных показателей проводили стандартными методами. Зерно озимой ржи было размолото до получения шрота на лабораторной мельнице фирмы Perten 3100. Число падения определяли на приборе Hagberg-Perten Falling Number 1500 по ГОСТ 30498-97 (ИСО 3093-2016), амилолитическую активность – на приборе Amylograph Brabender по ГОСТ ISO 7973-2013. Размол зерна пшеницы произведен на мельнице СД-1 фирмы Chopin, с выходом муки 70%. Определение физических и реологических свойств теста проводилось с использованием альвеографа по ГОСТ Р 51415-99 (ISO 5530-4-91) и фаринографа согласно ГОСТ ISO 5530-1-2013. Для проведения статистического анализа применен пакет программ MS Excel 16.0. Модификационная изменчивость признака оценивалась по коэффициенту вариации (CV, %), где вариация <10% классифицировалась как слабая, 11-25% – средняя, >25% – сильная.

Результаты и их обсуждение

Число падения – показатель активности альфа-амилазы в зерне, определяющий способность крахмала клейстеризоваться. Чем выше значение показателя, тем меньше ферментативная активность и тем лучше сохранены крахмалистые вещества, необходимые для выпечки хорошего хлеба. В случае ржаной муки высокое число падения (более 200 с) указывает на низкую активность ферментов, а низкое число падения (менее 80 с) – на высокую активность альфа-амилазы. Данный показатель является ограничительной нормой, определяющей классность зерна ржи. Ржаная мука, пригодная для выпечки, характеризуется числом падения в диапазоне 125-200 с, максимальной амилографической вязкостью в диапазоне 400-600 и конечной температурой клейстеризации в диапазоне 65-68°C [9].

Наши исследования показывают, что большинство сортов имеют высокие значения числа падения (в среднем от 200 до 300 с), что соответствует требованиям ГОСТ 16990-2017 для первого класса (табл.2). Среди них достоверно выделяются гибридные сорта Проммо и Авиатор, которые демонстрируют отличные результаты, как по средним значениям, так и по стабильности показателей. Параметры углеводно-амилазного комплекса у популяционных сортов значительно изменялись под влиянием внешних факторов: число падения и высота амилограммы колебались в пределах CV= 23,7-36,1% и 28,6-40,0% соответственно. Это подтверждается результатами научных исследований [10].

Повышенная амилолитическая активность зерна негативно влияет на состояние крахмала ржаной муки, так как это приводит к ускоренному расщеплению крахмальных зёрен на декстрины, снижая качество выпечки и придавая мякишу липкость. Оптимальная высота амилограммы варьирует от 350 до 650 единиц амилографа (е.а), что обеспечивает отличное качество муки для выпечки на закваске и дрожжах. [11].

Число падения и высота амилограммы сортов озимой ржи, ср. за 2020-2024 гг.

Сорт	Число падения, сек			Высота амилограммы, е.а		
	Среднее	Лимиты	CV, %	Среднее	Лимиты	CV, %
Тантана (стандарт)	233	172-312	28,6	636	335-990	40,0
Эстафета Татарстана	213	156-275	26,2	515	310-700	28,6
Радонь	220	146-275	23,7	551	380-830	33,4
Огонёк	229	131-294	30,3	607	405-930	34,6
Подарок	202	119-277	36,1	489	325-690	36,0
Зилант	218	128-299	33,3	596	360-890	39,2
Авиатор	280	218-327	16,0	811	620-980	19,2
Проммо	312	292-329	4,9	1039	790-1290	19,8
НСР 05	39			84		

Высота амилограммы варьировала в широких пределах – от 310 е.а. у сорта Эстафета Татарстан до максимальных 1290 е.а. у сорта Проммо. Популяционные сорта ржи, такие как Огонек и стандарт Тантана, показали лучшие результаты по этому показателю, у остальных сортов он был ниже, чем у стандарта на 39-147 условных единиц. Достоверно ниже стандарта высота амилограммы была у Эстафеты Татарстана и Подарка. В условиях 2023 и 2024 годов были получены оптимальные значения этого показателя, подходящие для выпечки в чистом виде. Гибридные сорта ржи Авиатор (811 е.а) и Проммо (1039 е.а.) имели низкую ферментативную активность. Эти значения были выше оптимального диапазона по сравнению с мукой, предназначенной для производства высококачественного ржаного хлеба. По данным S. Stępniewska et al. [9] (2021) хлеб, приготовленный из муки с низкой активностью альфа-амилазы (число падения выше 200 с, амилолитическая активность выше 700 ед.) будет иметь неудовлетворительное качество. Тесто из такой муки будет жёстким, а полученный хлеб – небольшим по объёму, слегка кисловатым, малоароматным, с плотной или даже крошащейся мякотью. Поэтому названные гибриды могут быть охарактеризованы и задействованы как улучшители партий муки из проросшего или низкокачественного зерна. Значительная вариация показателя высоты амилограммы (>25%) также говорит о высокой степени изменчивости этого параметра. Таким образом, исследуемые сорта ржи как популяционные, так и гибридные, показали высокий уровень устойчивости к прорастанию. Однако популяционные сорта, несмотря на хорошие параметры рассматриваемых признаков, демонстрировали более высокую изменчивость качественных показателей по годам исследования и широкую амплитуду варьирования, поэтому требуются новые подходы к селекции по этим признакам.

Водопоглотительная способность (ВПС) – это способность муки связывать и удерживать воду при замесе теста. Этот показатель критически важен в хлебопечении, определяя консистенцию теста, объем готового изделия и его свежесть в течение времени. ВПС напрямую влияет на типичную липкость ржаного теста и обеспечивает характерную сочность мякиша. Для ржаной муки ВПС особенно значима из-за особенностей ее биохимического состава, в частности из-за высокого содержания пентозанов и других гемицеллюлоз. Во время приготовления теста из цельнозерновой ржаной муки происходит конкуренция между белками и пищевыми волокнами за взаимодействие с молекулами воды [12].

Исследования показали, что средняя ВПС для различных сортов ржи составляет около 70% с незначительными колебаниями (CV < 3,2%) (табл.3). Наиболее высокой водопоглотительной способностью отличались сорта Радонь, Авиатор и Проммо, но существенной разницы от стандарта не отмечено.

Время образования теста варьировало в зависимости от сорта: от 2 минут (Радонь) до 5 минут (Тантана, Зилант). Сорта Эстафета Татарстана и Огонёк демонстрировали большую

Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» № 3 (55) 2025 г.
стабильность по времени образования теста (коэффициент вариации CV=16,4% и CV=11% соответственно), в то время как сорта Радонь и Подарок показали значительную изменчивость этого показателя.

Анализ показал наличие высокой и статистически значимой корреляции ($r=0,989$) между числом падения и высотой амилограммы у изученных сортов озимой ржи. В то же время, связь этих параметров с водопоглотительной способностью была значительно слабее и характеризовалась умеренной корреляцией ($r=0,596$ и $r=0,581$ соответственно).

Таблица 3

Физические свойства сортов озимой ржи, оцененные на фаринографе Брабендера, среднее за 2020-2023 гг.

Сорт	ВПС, %			Время образования теста, мин		
	Среднее	Лимиты	CV, %	Среднее	Лимиты	CV, %
Тантана стандарт	71	69-72	1,7	3,9	3,0-5,0	26,3
Эстафета Татарстана	70	69-71	1,3	3,1	2,5-3,7	16,4
Радонь	72	70-73	1,8	2,9	2,0-3,9	28,4
Огонёк	70	69-72	1,5	2,8	2,4-3,1	11,0
Подарок	71	68-72	2,1	3,5	2,3-4,4	28,3
Зилант	71	70-73	1,9	3,7	2,6-5,0	27,0
Авиатор	72	71-74	1,6	3,3	2,7-4,5	25,1
Проммо	72	70-75	3,2	3,6	2,8-4,6	20,7
НСР 05	1,5			0,9		

Удельная работа деформации теста (энергия деформации) и коэффициент отношения упругости теста к его растяжимости характеризуют реологические свойства муки и являются информативными признаками оценки технологических свойств зерна пшеницы. В качестве инструмента для исследования был выбран альвеограф, поскольку он позволяет проводить комплексную оценку реологических свойств муки и теста, измеряя одновременно несколько параметров, непосредственно связанных с характеристиками теста, и является признанным стандартным методом.

В соответствии со стандартами, связанные с силой муки, сильные сорта пшеницы должны обладать энергией деформации теста не менее 240 единиц альвеографа (е.а), а ценные сорта – не менее 200 е.а. (табл. 4). В ходе исследований было установлено, что среди изучаемых сортов пшеницы удельная работа теста (сила муки) варьировала в диапазоне от 203 е.а (Казанская 285) до 343 е.а (Дарина). Коэффициент вариации данного показателя изменялся от 3,0% у сорта Антонина до 11,3% у сорта Казанская 285. Сорт Универсиада (299 е.а) демонстрировал стабильно высокий результат на протяжении пятилетнего периода с низким уровнем вариации (3,8%). Схожие показатели наблюдались у сорта Надежда, который формирует силу на уровне 299 е.а и имел коэффициент вариации 6,2%. Краснодарские сорта в условиях исследования сформировали силу муки на уровне, соответствующем сильной пшенице. В целом, все изучаемые сорта находятся в пределах норм сильной или средней по силе муки категории, что подчеркивает значительную роль генетической природы сорта.

Коэффициент соотношения упругости и растяжимости теста отражает баланс этих основных физических свойств. По данным Кравченко Н.С. и соавторов [13] показатель P/L является одним из наиболее изменчивых, что создает трудности при селекции озимой пшеницы для улучшения хлебопекарных качеств. В соответствии со стандартными нормами, для сильных пшениц коэффициент P/L должен находиться в диапазоне от 0,7 до 2,0, для ценных – от 0,7 до 2,2. Если значение P/L менее 0,7, тесто имеет большую растяжимость и меньшую упругость. В ходе экспериментов выяснилось, что у изучаемых генотипов озимой мягкой пшеницы показатель P/L варьировался от 0,4 (например, у Казанская 285 и Султан) до 1,4 (как у Дарина, Юка и Сварог). Единственным сортом, продемонстрировавшим

статистически значимое превышение энергии деформации по сравнению со стандартным образцом, был сорт Сварог. При этом, все краснодарские сорта, а также татарстанские Надежда и Дарина, продемонстрировали значительные преимущества над стандартом по соотношению P/L. Самый высокий коэффициент вариации по силе муки (W) наблюдался у сорта Казанская 560 (33,6%), а самый низкий – у сорта Султан (12,8%). Такой разброс демонстрирует значительное влияние на показатель, как генотипа сорта, так и условий выращивания. Стабильные значения показателя в течение длительного времени показывал сорт Надежда (0,9), а за два года высокие результаты наблюдались у Юка (1,2), Антонина (1,0) и Сварог (1,2).

Таблица 4

Физические свойства теста сортов озимой пшеницы, оцененные на альвеографе, среднее за 2020-2024 гг.

Сорт	Энергия деформации, W, 10 ⁻⁴ Дж			Отношение упругости к растяжимости, P/L		
	Среднее	Лимиты	CV, %	Среднее	Лимиты	CV, %
Казанская 560 стандарт	277	259 - 304	6,4	0,7	0,5 - 1,1	33,6
Казанская 285	236	203 - 266	11,3	0,6	0,4 - 0,8	21,1
Надежда	299	277 - 324	6,2	0,9	0,7 - 1,1	18,3
Дарина	297	262 - 343	9,9	1,1	0,6 - 1,4	30,4
Универсиада	299	287 - 316	3,8	0,7	0,6 - 0,8	13,5
Султан	254	231 - 282	7,8	0,5	0,4 - 0,5	12,8
Юка	276	269 - 283	3,6	1,2	1,1 - 1,4	14,2
Антонина	282	276 - 288	3,0	1,0	0,8 - 1,3	32,9
Сварог	328	319 - 336	3,7	1,2	1,1 - 1,4	13,6
НСР 05	23			0,2		
Требования к реологическим свойствам для хлебопекарной пшеницы (ГОСТ 34702-2020)						
Сильная (улучшитель)	не менее 240			0,7-2,0		
Средняя по силе (ценная по качеству)	не менее 200			0,7-2,2		

В соответствии с требованиями стандарта, водопоглотительная способность (ВПС) сильной пшеницы должна составлять не менее 63%, в то время как ценной пшеницы — не менее 60%. В ходе исследования было установлено, что рассматриваемые сорта озимой пшеницы обладают высокой ВПС, которая изменяется по годам в пределах от 0,47 до 3,80%. В среднем за период исследования сорта Казанская 560, Надежда, Дарина, Универсиада, Юка и Антонина демонстрируют высокую водопоглотительную способность, соответствующую уровню ценных сортов пшеницы. Сорт Сварог, с показателем 63%, классифицируется как сильная пшеница. Валориметрическая оценка представляет собой комплексную характеристику физических свойств теста и его устойчивости к длительной механической нагрузке, определяемую с помощью фаринографа. Для сильной пшеницы этот показатель должен быть не менее 70 единиц валориметра (е.в.), для средних по силе сортов — не менее 55 е.в. У исследуемых сортов наблюдаются высокие значения валориметрической оценки (табл. 5). Краснодарские сорта выявили наиболее высокие и стабильные результаты за два года исследований. В течение пятилетнего периода сорта Надежда (70%) и Универсиада (78%) соответствовали стандартам сильной пшеницы, тогда как сорта Казанская 560 (63%), Казанская 285 (67%), Дарина (65%) и Султан (64%) относились к категории средней силы

Физические свойства сортов озимой пшеницы, оцененные на фаринографе Брабендера, среднее за 2020-2024 гг.

Сорт	ВПС, %			Валориметрическая оценка, %		
	Среднее	Лимиты	Cv, %	Среднее	Лимиты	Cv, %
Казанская 560 стандарт	60	58-61	2,16	63	58-69	7,9
Казанская 285	57	56-59	2,14	67	60-77	12,7
Надежда	60	56-62	3,80	70	63-84	11,9
Дарина	61	59-62	2,12	65	61-74	8,3
Универсиада	60	57-61	3,32	78	68-91	12,1
Султан	54	53-54	0,47	64	55-68	8,4
Юка	60	58-61	2,86	96	94-98	2,9
Антонина	60	59-60	1,91	97	93-100	5,1
Сварог	63	57-59	3,29	98	96-100	2,9
НСР 05	1,3			6,4		
Требования к реологическим свойствам для хлебопекарной пшеницы (ГОСТ 34702)						
Сильная (улучшитель)	не менее 63					
Средняя по силе (ценная по качеству)	не менее 60					

Коэффициент варьирования валориметрической оценки колебался от 2,9% у сортов Юка и Сварог до 12,7% для Казанской 285. Установлено, что коэффициент корреляции между ВПС и энергией деформации пшеницы был высокосignификантным и положительным ($r=0,839$ при $r_{\text{крит.}}=0,754$), такой же была взаимосвязь между ВПС и P/L ($r=0,796$). Умеренная связь была выявлена между энергией деформации и P/L ($r=0,662$), а также между валориметрической оценкой и P/L ($r=0,700$).

Заключение

Озимая пшеница и рожь – ключевые культуры для агропромышленного комплекса Татарстана, служащие основой для производства муки и хлеба. Исследования показали, что реологические свойства зерна этих культур, определяющие качество теста, значительно различаются в зависимости от сорта и года урожая. Для озимой ржи оптимальными считаются показатели амилографической вязкости в диапазоне 350-650 единиц и число падения выше 200 секунд. Выяснено, что у большинства сортов число падения колеблется между 200 и 300 секундами, что удовлетворяет требованиям первого класса. Амилографическая вязкость варьировалась в широком диапазоне – от 310 до 1290 единиц, что указывает на различную активность ферментов, расщепляющих крахмал. Гибриды Проммо и Авиатор проявили наименьшую изменчивость реологических свойств теста, при средних значениях числа падения 280 и 312 секунд и максимальной вязкости на амилографе 811 и 1039 е.а. соответственно. Эти показатели не позволяют использовать их для выпечки ржаного хлеба в чистом виде, но они могут быть полезны в качестве улучшителей для подмеса в муку из проросшего или некачественного зерна. Сорта Радонь, Авиатор и Проммо отличались высокой водопоглощательной способностью цельнозернового шрота (до 72%), что является важным фактором для ржаного хлебопечения. Время формирования теста колебалось от 2 до 5 минут, при этом сорта Эстафета Татарстана и Огонёк показали наибольшую стабильность. Популяционные сорта озимой ржи, выращиваемые в Татарстане, обладают хорошими хлебопекарными качествами, связанными с их реологическими свойствами. Однако, из-за высокой изменчивости этих свойств, необходимы новые подходы к селекции. Была выявлена сильная взаимосвязь между числом падения и активностью альфа-амилазы ($r=0,989$), определяемой по высоте амилограммы. Связь с водопоглощательной способностью была умеренной ($r=0,596$ и $r=0,581$).

Сорта озимой пшеницы показали силу муки в диапазоне от 203 до 343 единиц альвеографа. Все исследованные сорта, выращенные в Татарстане, соответствуют требованиям к сильной или средней по силе муке, пригодной для хлебопечения. Сорта Надежда, Дарина и Универсиада продемонстрировали оптимальные показатели на альвеографе (297-299 единиц и соотношение упругости к растяжимости 0,7-1,1) и фаринографе (ВПС 60-61% и валориметрическая оценка 65-78%). Краснодарские сорта также показали высокое качество: Сварог соответствует требованиям к сильной пшенице, а Юка и Антонина – к пшенице средней силы.

Водопоглотительная способность пшеницы имела тесную статистически значимую связь с энергией деформации ($r=0,839$) и соотношением P/L ($r=0,796$). Энергия деформации и валориметрическая оценка показали умеренную связь с P/L ($r=0,662$ и $r=0,700$ соответственно).

Работа выполнена в рамках Государственного задания Татарского НИИСХ – ОСП ФИЦ КазНЦ РАН № 125031003428-9.

Литература

1. Сандухадзе Б.И., Мамедов Р.З., Крахмалёва М.С., Бугрова В.В., Соболев С.В., Молодовский Я.С. Показатели качества зерна сортов и линий озимой мягкой пшеницы селекции ФИЦ «Немчиновка». // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2023. – №3(47). – С. 42-47. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-3-42-47
2. Скрипка О.В., Подгорный С.В., Самофалов А.П., Некрасова О.А., Громова С.Н., Чернова В.Л., Кравченко Н.С. Хлебопекарные качества зерна озимой мягкой пшеницы в условиях юга Ростовской области. // Зерновое хозяйство России. – 2019. – № 6 (66). – С. 33-36. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-33-36.
3. Németh R., Tömösközi S. Rye: Current state and future trends in research and applications. *Acta Alimentaria*, 2021, V. 50, no. 4, pp. 620-640. DOI: 10.1556/066.2021.00162
4. Мелешкина Е.П., Бундина О.И. Введение новых гостов на зерно ржи и ржаную муку. // Хлебопродукты. – 2019. – № 6. – С. 25-27. – DOI 10.32462/0235-2508-2019-28-6-25-27.
5. Deleu L. J. et al. The major constituents of rye (*Secale cereale* L.) flour and their role in the production of rye bread, a food product to which a multitude of health aspects are ascribed. *Cereal Chemistry*, 2020, V. 97, no 4, pp. 739-754. DOI: 10.1002/cche.10306
6. Сайфутдинова Д.Д., Пономарева М.Л. Качественные характеристики озимой ржи и озимой пшеницы последнего поколения селекции. // Достижения и перспективы развития АПК России: Материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, посвященной памяти Р.Г. Гареева, Казань, 30-31 марта 2023 года. – Казань: Академия наук республики Татарстан. – 2023. – С. 120-124. DOI 10.37071/conferencearticle_65817335592691.71318164.
7. Мелешкина Е. П. Нужно ли стандартизировать классификацию зерна пшеницы по качеству. // Хлебопродукты. – 2020. – № 4. – С. 14-15.
8. Sun X. et al. Effects of ingredient and processing conditions on the rheological properties of whole wheat flour dough during breadmaking-A review. *Food Hydrocolloids*, 2023, V. 135, p. 108123. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2022.108123
9. Stępniewska S. et al. Assessment of the baking properties of rye flour based on the polysaccharide content and properties. *Applied Sciences*, 2024, V. 14, no. 7. – p. 2772. DOI:10.3390/app14072772
10. Shabolkina, E.N., Shevchenko, S.N., Bisharev, A.A. et al. Influence of Parameters of the Carbohydrate-Amylase Complex and Protein Content in Grain on the Baking Quality of Winter Rye. *Russ. Agricultural Sciences*, 2024, V. 50, pp 304-309. DOI:10.3103/S1068367424700277
11. Кобылянский В.Д., Солодухина О.В., Тимина М.А., Плеханова Л.В. Селекция озимой ржи на качество зерна в условиях Красноярского края. //Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2017. – № 5. – С. 8-14.
12. Meeus Y. et al. The role of arabinoxylan in determining the non-linear and linear rheology of

bread doughs made from blends of wheat (*Triticum aestivum* L.) and rye (*Secale cereale* L.) flour. *Food Hydrocolloids*, 2021, V. 120, pp. 106990. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2021.106990

13. Кравченко Н.С., Некрасова О.А., Игнатьева Н.Г., Олдырева И.М., Алты-Садых Ю.Н. Качество зерна сортов и линий озимой мягкой пшеницы в условиях Ростовской области. // Зерновое хозяйство России. – 2020. – №(6). – С 101-107. DOI:10.31367/2079-8725-2020-72-6-101-107

References

1. Sanduhadze B.I., Mamedov R.Z., Krahmaljova M.S., Bugrova V.V., Sobolev S.V., Molodovskij Ja.S. Pokazateli kachestva zerna sortov i linij ozimoy mjagkoj pshenicy selekcii FIC «Nemchinovka». *Zernobobovye i krupjanye kul'tury*, 2023, no 3(47), pp.42- 47. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-3-42-47 (In Russian)
2. Skripka O.V., Podgornij S.V., Samofalov A.P., Nekrasova O.A., Gromova S.N., Chernova V.L., Kravchenko N.S. Hlebopekarnye kachestva zerna ozimoy mjagkoj pshenicy v uslovijah juga Rostovskoj oblasti. *Zernovoe hozjajstvo Rossii*, 2019, no 6(66), pp. 33–36. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-33-36. (In Russian)
3. Németh R., Tömösközi S. Rye: Current state and future trends in research and applications. *Acta Alimentaria*, 2021, V. 50, no. 4, pp. 620-640. DOI:10.1556/066.2021.00162
4. Meleshkina, E. P, Bundina O.I. Vvedenie novyh gostov na zerno rzhi i rzhanuju. *Hleboprodukty*, 2019, no. 6, pp. 25-27. – DOI 10.32462/0235-2508-2019-28-6-25-27. (In Russian)
5. Deleu L.J. et al. The major constituents of rye (*Secale cereale* L.) flour and their role in the production of rye bread, a food product to which a multitude of health aspects are ascribed. *Cereal Chemistry*, 2020, V. 97, no 4, pp. 739-754. DOI:10.1002/cche.10306
6. Sajfutdinova D.D. Kachestvennye harakteristiki ozimoy rzhi i ozimoy pshenicy poslednego pokolenija selekcii. D.D. Sajfutdinova, M.L. Ponomareva. *Dostizhenija i perspektivy razvitija APK Rossii. Materialy XIII Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii molodyh uchenyh, posvjashhennoj pamjati R.G. Gareeva*, Kazan', 30-31 match 2023 year. – Kazan': Akademija nauk Respubliki Tatarstan, 2023, pp. 120-124. – DOI 10.37071/conferencearticle_65817335592691.71318164. (In Russian)
7. Meleshkina E.P. Nuzhno li standartizirovat' klassifikaciju zerna pshenicy po kachestvu. *Hleboprodukty*, 2020, no. 4, pp 14–15. (In Russian)
8. Sun X. et al. Effects of ingredient and processing conditions on the rheological properties of whole wheat flour dough during breadmaking-A review. *Food Hydrocolloids*, 2023, V. 135, p. 108123. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2022.108123
9. Stępniewska S. et al. Assessment of the baking properties of rye flour based on the polysaccharide content and properties. *Applied Sciences*, 2024, V. 14, no. 7. – p. 2772. DOI: 10.3390/app14072772
10. Shabolkina, E.N., Shevchenko, S.N., Bisharev, A.A. et al. Influence of Parameters of the Carbohydrate-Amylase Complex and Protein Content in Grain on the Baking Quality of Winter Rye. *Russ. Agricultural Sciences*, 2024, V. 50, pp 304–309. DOI: 10.3103/S1068367424700277
11. Kobyljanskij V.D., Soloduhina O.V., Timina M.A., Plehanova L. V. Selekcija ozimoy rzhi na kachestvo zerna v uslovijah Krasnojarskogo kraja. *Vestnik Krasnojarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2017, no.5, pp. 8-14. (In Russian)
12. Meeus Y. et al. The role of arabinoxylan in determining the non-linear and linear rheology of bread doughs made from blends of wheat (*Triticum aestivum* L.) and rye (*Secale cereale* L.) flour. *Food Hydrocolloids*, 2021, V. 120, pp. 106990. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2021.106990
13. Kravchenko N.S., Nekrasova O.A., Ignat'eva N.G., Oldyreva I.M., Alty-Sadyh Ju.N. Kachestvo zerna sortov i linij ozimoy mjagkoj pshenicy v uslovijah Rostovskoj oblasti. *Zernovoe hozjajstvo Rossii*, 2020, no 6, pp. 101-107. DOI:10.31367/2079-8725-2020-72-6-101-107 (In Russian)

АДАПТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ УРОЖАЙНОСТИ СОРТОВ ЛЮЦЕРНЫ ИЗМЕНЧИВОЙ И ПОСЕВНОЙ НА ЮГО-ЗАПАДЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

Д.С. БЕЛЬЧЕНКО, аспирант, ORCID ID: 0009-0006-7892-5056,
E-mail: bik111111@mail.ru

А.В. ДРОНОВ, доктор сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0001-5398-4822,
E-mail: dronov.bsgsha@yandex.ru

С.А. БЕЛЬЧЕНКО, доктор сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0001-7467- 8314,
E-mail: sabel032@rambler.ru

В.В. ДЬЯЧЕНКО, доктор сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0001-5398-4822.
E-mail: uchsovet@bgsha.com

ФГБОУ ВО «БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Аннотация. В статье представлены результаты реализации продуктивного потенциала и параметры адаптивности сортов люцерны изменчивой и посевной на юго-западе Центрального Нечерноземья. Исследования проведены на Стародубском ГСУ за период 2020-2023 годов в условиях серых лесных почв Брянской области. Метеорологические условия отмечены благоприятными для роста, развития, формирования высокого урожая зелёной массы сортов люцерны, их хорошей перезимовки и устойчивости к стрессорам внешней среды. В качестве объекта испытания взяты 3 отечественных сорта люцерны изменчивой (*Medicago varia* Mart.) – Благодать, Вега 87, Рента и сорт люцерны посевной (*Medicago sativa* L.) – Барнард, Нидерланды. В задачи исследования входила оценка адаптивных показателей испытываемых сортов люцерны по параметрам экологической стабильности и пластичности, используя критерий «урожайность кормовой массы». Рассчитаны следующие показатели: индекс условий среды (I_j), стабильность (S_d^2) и пластичность (b_i), стрессоустойчивость, размах урожайности (d), гомеостатичность (Hom), коэффициент вариации (V), селекционная ценность сорта (S_c). Дана сравнительная оценка и выявлены высокопродуктивные сорта по темпам роста, развития, отрастания, зимостойкости, урожайности кормовой массы и выходу сухого вещества в условиях региона. В среднем за 3 года высокоурожайным отмечен сорт люцерны изменчивой Рента (19,08 т/га сухой массы или 76,32 зелёной массы), с высокой зимостойкостью (96%) и энергией послеукосного отрастания. По результатам исследований наиболее стабильными, с высокой гомеостатичностью, компенсаторной способностью и селекционной ценностью выделены сорта Рента ($b_i = 1,10$; $V=11,2\%$, $Hom = 18,3$; $S_c = 16,7$) и Вега 87 ($V=6,3\%$, $Hom = 19,5$; $S_c = 15,8$), которые отличались экологической пластичностью, меньшей вариабельностью урожайности и сравнительно высокой стрессоустойчивостью.

Ключевые слова: люцерна изменчивая, люцерна посевная, адаптивные показатели, урожайность, сухое вещество, Стародубский ГСУ.

Для цитирования: Бельченко Д.С., Дронов А.В., Бельченко С.А., Дьяченко В.В. Адаптивные показатели урожайности сортов люцерны изменчивой и посевной на юго-западе Центрального Нечерноземья. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2025; 3(55):165-172. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-3-165-172

ADAPTIVE YIELD INDICATORS OF CHANGEABLE AND COMMON ALFALFA VARIETIES IN THE SOUTH-WEST OF THE CENTRAL NON-CHERNOZEM REGION

D.S. Belchenko, A.V. Dronov, S.A. Belchenko, V.V. Dyachenko
FSBEI HE BRYANSK STATE AGRARIAN UNIVERSITY, Bryansk region, Russia

Abstract: Article presents results of realizing the productive potential and adaptability parameters of alfalfa varieties in south-west of the Central Non-Chernozem region. Research was carried out at the Starodubsky state varietal plot for period 2020-2023 in conditions of gray forest soils of the Bryansk region. Meteorological conditions were noted to be favorable for growth, development and formation of high yield of alfalfa varieties, their good overwintering and resistance to environmental stressors. Three domestic varieties of changeable alfalfa (*Medicago varia* Mart.) - Blagodat, Vega 87, Renta and common alfalfa variety (*Medicago sativa* L.) - Barnard, the Netherlands were taken as test object. The objectives of study included assessment of adaptive indicators of tested alfalfa varieties according to the parameters of ecological stability and plasticity, using criterion of "feed mass yield". The following indicators were calculated: environmental conditions index (I_j), stability (S_d^2) and plasticity (b_i), stress tolerance, yield range (d), homeostaticity (Hom), coefficient of variation (V). A comparative assessment is given and highly productive varieties are identified in terms of growth, development, regrowth, winter hardiness, feed mass yield and dry matter yield in the region. On average, for 3 years, changeable Renta alfalfa variety was highly productive (19.08 t/ha of dry weight or 76.32 green weight), with high winter hardiness (96%) and post-fall growth energy. According to research results, the most stable varieties with high-grade homeostaticity, compensatory ability and breeding value were Renta ($b_i = 1.10$; $V=11.2\%$, $Hom = 18.3$; $Sc = 16.7$) and Vega 87 ($V=6.3\%$, $Hom = 19.5$; $Sc = 15.8$) which were characterized by ecological plasticity, lower yield variability and relatively high stress resistance.

Keywords: changeable alfalfa, common alfalfa, adaptive indicators, yield, dry matter, Starodubsky state varietal plot.

Введение

Люцерна ещё с давних времён считалась ценным кормовым растением, о ней известно более 6-7 тысяч лет назад. Из своего естественного ареала Центральной Азии мидийская трава, так раньше называлась люцерна в Персии, она распространилась на территорию древней Греции, всего Средиземноморья, Средней Азии, Индии. Историками в летописях о великом полководце Александре Македонском в 3 веке до нашей эры во времена его завоеваний упоминается, что боевые кони и вьючные животные выпасались на богатых травостоях люцерны синей. Первичный центр происхождения люцерны (*Medicago* L.) – Переднеазиатский (по Н.И. Вавилову), основные представители рода произрастают в Средиземноморском районе (11% видов). По данным П.А. Лубенец [1] в обзоре рода *Medicago* и таксономической классификации подрода *Falcago* люцерна посевная и люцерна изменчивая относятся к тетраплоидам ($2n=32$).

Учёными-исследователями РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева профессором Н.Н. Лазаревым с коллегами отмечается, что люцерна распространена более чем в 80 странах мира на площади свыше 30 миллионов гектаров [2]. В России площади посева этой ценной многолетней бобовой культуры составляют около 2,5 млн гектара в основном на территории Центрально-Чернозёмного, Северо-Кавказского регионов, Поволжья и в меньшей степени Северо-Западного, Центрального и ряда других регионов. В этой связи люцерну на территории Российской Федерации следует отнести к эвритопному типу растений с весьма широким ареалом распространения от Ленинградской области до Сахалина и республики Саха (Якутия).

Согласно ботанической классификации люцерна (*Medicago*) – это полиморфный род с весьма разнообразными формами, экотипами и сорто типами, различного строения и расположения побегов, окраски венчика цветка, плодов, семян. На сегодня род люцерны представлен 87 видами, на территории Российской Федерации – 40 видов, в том числе наиболее значимые: люцерна посевная (синяя), люцерна серповидная (жёлтая), люцерна – средняя (изменчивая). Последний вид – люцерна изменчивая (*Medicago varia* Mart.) или гибридная – наиболее распространена в районах Нечерноземья и делится на сорто типы: синегибридную, жёлтогибридную и пестрогибридную. В Центральном регионе широкое

распространение получили сорта люцерны изменчивой северного экотипа селекции ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» – Вега 87, Луговая 67, Пастбищная, Находка, Агния, Благодать, Соната, Таисия и другие. Современные сорта люцерны изменчивой отличаются высокой продуктивностью, питательной ценностью, зимостойкостью, продуктивным долголетием, устойчивостью к почвенной кислотности и неблагоприятным стресс-факторам [3, 4, 5, 6].

Среди многолетних бобовых трав надземная масса люцерны по кормовой ценности превосходит другие виды. Белок люцерны является полноценным по фракционному и аминокислотному составу, приближаясь по этому показателю к яичному белку. Зелёная масса богата минеральными веществами, витаминами, ферментами и по питательности ей нет равных среди кормовых трав («королева кормов»). Из надземной массы люцерны, как универсальной культуры, можно получать различные травянистые корма высокого качества – зелёный корм на пастбищах при умеренном выпасе, сено, сенаж, силос, травяная резка, травяная мука, брикеты, гранулы для всех видов сельскохозяйственных животных и птицы [7, 8, 9]. Кроме высоких кормовых достоинств, люцерна в земледелии имеет большое агротехническое значение. По многолетним данным Г.В. Степановой с сотрудниками ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» в результате симбиотической селекции люцерны изменчивой за счёт симбиоза с клубеньковыми бактериями за сезон накапливается в почве 140-210 связанного азота и коэффициент симбиотической азотфиксации достигает 0,88 (более 160-180 кг биологического азота), тем самым являясь отличным предшественником для различных полевых культур [10].

Цель работы – изучение адаптивного и продуктивного потенциала сортов люцерны изменчивой и люцерны посевной в конкурсном испытании на Стародубском ГСУ (Брянская область) за период 2020-2023 гг.

В задачи исследования входила оценка адаптивных показателей испытываемых сортов люцерны по параметрам экологической стабильности и пластичности, используя критерий «урожайность кормовой массы». Рассчитывали следующие показатели: индекс условий среды (I_j), стабильность (Sd^2) и пластичность (bi), стрессоустойчивость, генетическая гибкость сорта, размах урожайности (d), гомеостатичность (Hom), коэффициент вариации (V) и адаптивности (KA), селекционная ценность сорта.

Условия, материал и методы исследований

Полевые исследования проведены в 2020-2023 годах на юго-западе Центрального Нечерноземья (Брянская область, Стародубский государственный сортоучасток). Стародубский ГСУ располагается на юге области, почва – хорошо окультуренная, серая лесная легкосуглинистая на лёссовидном суглинке, характеризующаяся содержанием гумуса от 3,85 до 4%, рН KCl – 5,6-5,8, подвижных форм фосфора – 182 мг/кг и калия – 163,9 мг/кг. Рельеф поля выравненный. Сумма положительных температур за период активной вегетации растений – 2300-2450°C, количество осадков – 270-330 мм. Объектами испытания являлись 3 сорта люцерны изменчивой российской селекции (Благодать, Вега 87, Рента) и 1 сорт люцерны посевной голландской селекции (Барнард). Сорт стандарт (st) – Вега 87.

Краткая характеристика испытываемого сортимента люцерны изменчивой:

Сорт Благодать создан в ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» совместно с Рязанским НИИСХ и Московской селекционной станцией методом массового отбора. Относится к пёстрогибридному сорто типу, преимущественно с синевioletовыми цветками, растения средней высоты (70-80 см) и полупрямостоячими побегами. Рекомендуются для возделывания в одновидовом посеве и в травосмеси, урожайность сухой массы достигает 5-9 т/га.

Сорт Вега 87 пёстрогибридного сорто типа, среднеранний с коротким периодом цветения, быстро отрастает после укосов, устойчив к полеганию и корневым гнилям, зимостойкость высокая. Урожайность сухой массы 8-10 т/га, в 1 кг СВ (фаза бутонизации) содержится 0,85-0,88 кормовой единицы (11,8-12,1 МДж), 167-180 г переваримого протеина. Рекомендуются по использованию для 4-5-летнего возделывания в составе сенокосных травосмесей и в одновидовом посеве.

Сорт Рента (оригинаторы – Московская селекционная станция и ООО «Большой морец») включён в Госреестр селекционных достижений с 2023 года по Центральному региону. Растение прямостоячее, окраска листьев светло-зелёная, цветки сине-фиолетовые.

Сорт Барнард (Нидерланды) относится к люцерне посевной, включён в Госреестр селекционных достижений по Центральному региону с 2022 года. Сорт среднеранний, отличается тёмно-зелёными листьями, высокой продуктивностью сухой массы, сырого протеина, зимостойкий и устойчивый к болезням.

Наблюдения, измерения, учёты за растениями испытываемых сортов люцерны общепринятые в кормопроизводстве и осуществлялись по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989) и методическим указаниям ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса (1987).

Предшественник – ячмень яровой, после уборки которого выполнена основная обработка почвы по типу зяби с внесением доломитовой муки из расчёта 3,0 т/га в блоке-ярусе на сортоучастке с многолетними бобовыми травами (клевер, люцерна, донник). Перед посевом проведено внесение минеральных удобрений – азофоска ($N_{30}P_{30}K_{30}$). Беспокровные посевы сортов люцерны рядовые (15 см) проведены ручной сеялкой 17 июля 2020 года с нормой высева семян – 15 кг/га. Площадь посевной делянки (сорт) – 10 м², делянки 10-ти рядковые, повторность – четырёхкратная, размещение делянок – систематическое. Учётная площадь – 2,5 м², уборка надземной массы вручную укосным методом с учётной площади каждого сорта (варианта). Для выполнения структурного анализа и определения сухого вещества отбирали два снопа по 1 кг зелёной массы. В первый год жизни сортов люцерны травостой косили один раз за сезон, а в последующие годы – три раза в фазу бутонизации - начала цветения люцерны. Удобрения и другие агрохимикаты в годы использования травостоев не применяли.

Обработка экспериментальных данных выполнена методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [11]. Расчёт адаптивных показателей 4-х сортов люцерны проведён на основании общепринятых методик в агрономии, селекции и семеноводстве, формул, уравнений, в основе которых рассматривается принцип взаимоотношения «генотип-среда обитания», эффект которого проанализирован как дисперсионный комплекс. Данные формулы, уравнения при оценке адаптивной способности, экологической пластичности и стабильности сортов люцерны заимствованы нами из научных публикаций И.В. Епифановой [12] и Е.П. Ивановой, А.Г. Клыкова [13].

Результаты и их обсуждение

За период проведения сортоиспытания в течение 2020-2023 годов метеорологические условия района исследований заметно различались среднесуточной температурой воздуха и динамикой выпавших атмосферных осадков. Так, за четыре года полевых опытов отмечена высокая среднесуточная температура воздуха в период май-сентябрь 2020 г. – 19,3°C и 2023 г. – 18,4°C (по сравнению с климатической нормой 15,2°C), что оказалось благоприятным для онтогенеза испытываемых сортов люцерны. Количество осадков за вегетационные периоды (апрель-сентябрь 2020-2023 гг.) колебалось от 216,9 до 517 мм при среднемноголетнем значении 312 мм. Отличительной особенностью условий 2022 года были погодные аномалии: посевы пострадали от прошедших проливных дождей в первой декаде июля, шквалистого ветра, сопровождаемого грозой и градом. Обильные осадки в сентябре (120 мм) негативно отразились на продуктивном потенциале сортимента люцерны изменчивой и посевной. В первый год использования посевов люцерны получены высокоурожайные травостои сортов (2021 г.). В целом, погодные условия были благоприятными для роста, развития, формирования высокого урожая зелёной массы сортов люцерны, их хорошей перезимовки и устойчивости к стрессорам внешней среды. В связи с этим следует констатировать, что погодно-климатические условия в годы проведения испытания позволили выявить адаптивные и потенциальные возможности сортов люцерны.

На основании проведённых исследований за 4 года нами отмечена общая тенденция – хорошая облиственность растений испытываемых сортов как по фазам роста и развития, так и по укосам. В первый год жизни (2020 г.) был проведён один укос (фаза бутонизации, 3

декада сентября), где облиственность у всех сортов – на уровне 52,3-55,0% при высоте растений свыше 80 см. В данную фазу развития урожайность зелёной массы составила 24,52-28,04 т/га или 5,32-6,61 т сухого вещества.

В таблице 1 представлены данные урожайности сухого вещества сортов люцерны как основного критерия оценки продуктивности растений в кормопроизводстве. Анализ урожайности сухой массы испытываемых сортов люцерны показал, что максимальная урожайность за три укоса люцерны изменчивой в 2021 году получена на травостоях сорта Рента – 20,35 т с 1 га при содержании сухого вещества 26,3%. Урожайность сухой массы остальных сортов была в пределах ошибки опыта и составила в среднем 18,11-18,84 т/га. В 2022 г. при хорошей влагообеспеченности преимущество по урожайности имели посевы люцерны посевной сорт Барнард (17,68 т СВ с 1 га) и люцерны изменчивой Рента (19,10 т/га). В 2023 году при более благоприятных гидротермических условиях, чем в предыдущем году, урожайность сухой массы посевов люцерны была стабильной от 16,11 до 17,80 т/га. Наибольшую продуктивность травостоев имела люцерна изменчивая сорт Рента (17,80 т/га) и сорт Вега 87 (16,90 т/га).

Таблица 1

Урожайность сухой массы сортов люцерны изменчивой и люцерны посевной, Стародубский ГСУ (посев 2020 г., учёт 2021-2023 гг.)

п/п	Сорт, страна	Урожайность сухого вещества, т/га			В среднем за 3 года	Коэффициент вариации (V), %	Коэффициент адаптивности (КА)
		2021 г.	2022 г.	2023 г.			
1	Вега 87 (st.), Россия	18,84	16,95	16,90	17,56	6,3	0,99
2	Благодать, Россия	18,11	17,12	15,88	17,04	6,6	0,96
3	Рента, Россия	20,35	19,10	17,80	19,08	11,2	1,08
4	Барнард, Нидерланды	18,40	17,68	16,11	17,40	9,5	0,97
Средняя урожайность по опыту		18,93	17,71	16,67	17,77		
Индекс среды Ij		+1,16	-0,06	-1,1			
Точность опыта, %		4,4	3,8	5,8			
НСР ₀₅		0,90	1,52	1,10			

Результаты испытаний показали, что в зависимости от года индекс условий среды (Ij) изменялся от +1,16 до -1,1. Так, в 2021 году индекс Ij имел положительное значение +1,16 при высокой средней урожайности сухого вещества сортов люцерны 18,93 т/га. В 2022 и 2023 году индексы были отрицательные, что говорит о неблагоприятных условиях, которые сложились в период вегетации люцерны.

В среднем за 3 года конкурсного испытания заметно выделился адаптивный и высокопродуктивный сорт люцерны изменчивой Рента – 19,08 т сухой массы или 76,32 т зелёной массы с единицы площади, превысив стандарт (Вега 87) на 1,52 т/га или 8,7% по сбору сухого вещества. Определение коэффициента вариации (V, %) урожайности сухой массы сортов люцерны показало, что изменчивость этого параметра была незначительной до 10%, у сорта Рента – средняя (11,2%). Коэффициент адаптивности (КА) рассчитывали в процентном выражении (доля) по отношению урожайности сортов к их среднему значению и как относительная величина (коэффициент адаптивности). Нами установлено, что сорта люцерны изменчивой Вега и Рента обладали большим значением коэффициента адаптивности (0,99 и 1,08 соответственно) при возделывании на серых лесных почвах Брянской области.

Оценка и анализ адаптивных показателей (индексов) испытываемых сортов люцерны в среднем за 2021-2023 годы приведены в таблице 2.

Адаптивные показатели сортов люцерны по признаку «урожайность сухой кормовой массы», 2021-2023 гг.

Сорт	Показатели адаптивности						
	Стрессоустойчивость, т/га $U_{min}-U_{max}$	Генетическая гибкость, т/га $\frac{U_{min}+U_{max}}{2}$	d (размах урожайности), %	b_i (коэффициент регрессии)	Sd^2 (коэффициент стабильности)	Гомеостатичность (Hom)	Селекционная ценность сорта (S_c)
Вега 87 (st.), Россия	-1,94	17,87	10,3	1,01	0,81	19,5	15,8
Благодать, Россия	-2,23	16,99	12,3	1,04	0,83	18,7	14,9
Рента, Россия	-2,55	19,08	12,5	1,10	1,08	18,3	16,7
Барнард, Нидерланды	2,29	17,26	12,4	1,02	0,92	18,1	15,2

Выявлено, что определение индекса разницы между минимальной и максимальной урожайностью надземной сухой массы отражает уровень устойчивости сорта к стрессовым условиям произрастания (засуха, высокая температура воздуха, избыточное увлажнение и др.). Полученные результаты данного показателя имеют отрицательное значение и чем меньше разница, тем выше его устойчивость к стрессу. Среди изучаемых сортов люцерны наименьшей разницей (-1,94) отмечены сорт Вега 87 и Благодать (-2,23), которые в меньшей степени снижали урожайность в неблагоприятных абиотических условиях. Компенсаторную способность генетической гибкости сорта отражает показатель $(U_{min}+U_{max})/2$ средней урожайности в контрастных условиях. Чем выше степень соответствия между генотипом и различными факторами среды, тем выше генетическая гибкость. Высокую среднюю урожайность надземной массы в условиях испытания сформировал сорт Рента 19,08 т/га, а низкое – 16,99 т/га (сорт Благодать).

Сделанный расчёт отношения разницы между максимальной и минимальной урожайностью сухой массы каждого сорта к максимальной урожайности, выраженной в процентах, которая отражена в критерии «размах урожая» (d, %): чем ниже этот показатель, тем стабильнее урожайность в конкретных условиях. В среднем за три года исследования нами выявлена небольшая вариация данного показателя у сорта Вега (1,19 т/га) или 10,3%, который являлся наиболее стабильным по урожайности.

Коэффициент регрессии (b_i) показывает степень реакции сорта на изменение условий внешней среды и дает ему оценку пластичности в разных условиях. При $b_i > 1$ генотип обладает большей отзывчивостью на улучшение условий возделывания, при $b_i < 1$ – меньшей отзывчивостью. Все испытываемые нами сорта люцерны имели коэффициент регрессии больше единицы и были требовательны к высокому уровню агротехники. Сорт Рента характеризовался как наиболее экологически пластичным ($b_i = 1,10$) по сравнению с остальными.

По коэффициенту стабильности (Sd^2), рассчитанному на основе дисперсии отклонений фактических урожаев от теоретически ожидаемых, выполнена оценка сортов люцерны на стабильность их реакции при возделывании на зелёную массу. Расчёт показал, что наименьшей коэффициент Sd^2 , а значит наибольшую стабильность реакции имели сорта Вега (0,81) и Благодать (0,83). Благодаря проявлению такого свойства как гомеостатичность (Hom), растения способны нормально развиваться при неблагоприятных внешних условиях. И это свойство определяет устойчивость растений против возникающих флуктуаций среды и

поэтому она связана с экологической пластичностью (bi). Высокими значениями гомеостатичности в проведённом сортоиспытании выделились Вега и Благодать соответственно 19,5 и 18,7. Низкую гомеостатичность показал сорт люцерны посевной Барнард (18,1). Максимальная величина селекционной ценности отмечалась у люцерны изменчивой сорта Рента (16,7), минимальная – 15,2 у сорта люцерны посевной Барнард.

Заключение

В результате проведения конкурсного испытания сортов люцерны на серых лесных почвах в среднем за 3 года использования травостоев нами установлено, что лучшим по урожайности отмечен сорт люцерны изменчивой Рента, превысив стандарт Вега 87 по урожайности зелёной массы на 7,40 т/га и сухого вещества на 1,52 т/га соответственно. Данный сорт отличался не только высокой кормовой урожайностью, зимостойкостью (96%), но и высокой энергией ранневесеннего и послеуборочного отрастания (4 балла). По результатам исследований наиболее стабильными, с высокой гомеостатичностью, компенсаторной способностью и селекционной ценностью выделены сорта Вега 87 ($S_i^2 = 0,81$, $V = 6,3\%$, $Hom = 19,5$; $Sc = 15,8$) и Рента ($bi = 1,10$; $V = 11,2\%$, $Hom = 18,3$; $Sc = 16,7$), которые отличались экологической пластичностью, меньшей вариабельностью урожайности и сравнительно высокой стрессоустойчивостью.

Литература

1. Лубенец П.А. Люцерна - *Medicago L.* (краткий обзор рода *Medicago* и классификация подрода *Falcago* (Reichend.) Grossh.. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1972. – Т. 47. - Вып. 3. – С. 3-68.
2. Лазарев Н.Н., Кухаренкова О.В., Куренкова Е.М. Люцерна в системе устойчивого кормопроизводства. // Кормопроизводство. – 2019. – № 4. – С. 18-25.
3. Степанова Г.В., Ионов А.А., Барсуков Н.М., Пьянков А.В. Сорта люцерны для северных регионов возделывания. // Кормопроизводство. – 2023. Спецвыпуск. – S11. – С. 32-36.
4. Спиридонов А.М., Мазин А.М. Продуктивность сортов люцерны изменчивой и синей в условиях северо-запада России. // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 60. – С. 16-22. DOI: 10.24411/2078-1318-2020-13016.
5. Тормозин М.А., Зырянцева А.А. Новые перспективные линии люцерны Уральской селекции с комплексом хозяйственно ценных признаков. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2019. – №1(29). – С. 78-84.
6. Ломов М.В. Оценка селекционных образцов люцерны изменчивой в условиях Московской области. // Кормопроизводство. – 2024. – № 9. – С. 3-9.
7. Бельченко С.А., Торилов В.Е., Дронов А.В., Дьяченко О.В., Шаповалов В.Ф. Продуктивность и качество одновидовых и смешанных полевых агроценозов люцерны изменчивой и многолетних мятликовых трав в юго-западной части Центрального региона РФ: монография. – Брянск: Брянский ГАУ. – 2022. – 176 с.
8. Иванова Е.П. Урожайность и качество различных сортов люцерны в условиях Сахалина. // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2022. – № 12 (218). – С. 66-72. DOI: 10.53083/1996-4277-2022-218-12-66-72.
9. Косолапова В.Т., Муссие С.А. Питательная ценность различных сортов в процессе роста и развития. // Кормопроизводство. – 2020. – №10. – С. 17-24.
10. Степанова Г.В. Результаты симбиотической селекции люцерны. // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2023. – Т.53. – № 1. – С.14-22. DOI: 10.26898/0370-8799-2023-1-2.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для высших сельскохозяйственных учебных заведений. – М.: Альянс, 2014. – 351 с.
12. Епифанова И.В. Изучение адаптивных показателей люцерны изменчивой в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Кормопроизводство. – 2022. – № 1. – С. 31-36.
13. Иванова Е.П., Клыков А.Г. Оценка адаптивности сортов люцерны в условиях Сахалинской области // Кормопроизводство. – 2025. – № 1. – С. 17-23.

References

1. Lubenets P.A. Lyutserna - Medicago L. (kratkii obzor roda Medicago i klassifikatsiya podroda Falcago (Reichend.) Grossh. [Alfalfa - Medicago L. (brief overview of the genus Medicago and classification of the subgenus Falcago (Reichend.) Grossh.]. *Tr. po prikl. bot., gen. i sel.* 1972, vol. 47, vyp. 3, pp. 3-68. (In Russian)
2. Lazarev N.N., Kukharenskova O.V., Kurenkova E.M. Lyutserna v sisteme ustoichivogo kormoproizvodstva [Alfalfa in the sustainable feed production system]. *Kormoproizvodstvo.* 2019, no.4, pp. 18-25. (In Russian)
3. Stepanova G.V., Ionov A.A., Barsukov N.M., P'yankov A.V. Sorta lyutserny dlya severnykh regionov vozdeleyvaniya [Alfalfa varieties for northern cultivation regions]. *Kormoproizvodstvo.* 2023. Spetsvypusk, no. S11, pp. 32-36. (In Russian)
4. Spiridonov A.M., Mazin A.M. Produktivnost' sortov lyutserny izmenchivoi i sinei v usloviyakh severo-zapada Rossii [Productivity of alfalfa varieties variable and sown in conditions of the north-west of Russia]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.* 2020, no. 60, pp. 16-22. DOI: 10.24411/2078-1318-2020-13016. (In Russian)
5. Tormozin M.A., Zyryantseva A.A. Novye perspektivnye linii lyutserny Ural'skoi selektsii s kompleksom khozyaistvenno tsennykh priznakov [New promising alfalfa lines of Ural breeding with a complex of economically valuable traits]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury.* 2019, no. 1(29), pp. 78-84. (In Russian)
6. Lomov M.V. Otsenka selektsionnykh obraztsov lyutserny izmenchivoi v usloviyakh Moskovskoi oblasti [Evaluation of breeding alfalfa samples in the conditions of the Moscow region]. *Kormoproizvodstvo.* 2024, no. 9, pp. 3-9. (In Russian)
7. Bel'chenko S.A., Torikov V.E., Dronov A.V., D'yachenko O.V., Shapovalov V.F. Produktivnost' i kachestvo odnovidovykh i smeshannykh polevykh agrotsenozov lyutserny izmenchivoi i mnogoletnikh myatlikovykh trav v yugo-zapadnoi chasti Tsentral'nogo regiona RF: monografiya [Productivity and quality of single-species and mixed field agrocenoses of alfalfa and perennial bluegrass grasses in southwestern part of Central region of the Russian Federation: monograph]. *Bryansk: Bryanskii GAU.* 2022, 176 p. (In Russian)
8. Ivanova E.P. Urozhainost' i kachestvo razlichnykh sortov lyutserny v usloviyakh Sakhalina [Productivity and quality of various alfalfa varieties in Sakhalin conditions]. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.* 2022, no. 12(218), pp. 66-72. DOI: 10.53083/1996-4277-2022-218-12-66-72. (In Russian)
9. Kosolapova V.T., Mussie S.A. Pitatel'naya tsennost' razlichnykh sortov v protsesse rosta i razvitiya [Nutritional value of various varieties during growth and development]. *Kormoproizvodstvo.* 2020, no.10, pp. 17-24. (In Russian)
10. Stepanova G.V. Rezul'taty simbioticheskoi selektsii lyutserny [Results of symbiotic selection of alfalfa]. *Siberian Bulletin of Agricultural Science.* 2023, vol. 53, no.1, pp. 14-22. DOI: 10.26898/0370-8799-2023-1-2. (In Russian)
11. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy): uchebnik dlya vysshikh sel'sk Khozyajstvennykh uchebnykh zavedeniy [Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results): textbook for higher agricultural educational institutions]. *Moscow: Al'yans.* 2014, 351 p. (In Russian)
12. Epifanova I.V. Izucheniye adaptivnykh pokazatelei lyutserny izmenchivoi v usloviyakh lesostepi Srednego Povolzh'ya [Study of the adaptive indicators of variable alfalfa in the forest-steppe of the Middle Volga region]. *Kormoproizvodstvo.* 2022, no.1, pp. 31-36. (In Russian)
13. Ivanova E.P., Klykov A.G. Otsenka adaptivnosti sortov lyutserny v usloviyakh Sakhalinskoi oblasti [Evaluation of the adaptability of alfalfa varieties in the Sakhalin Region]. *Kormoproizvodstvo.* 2025, no.1, pp. 17-23. (In Russian)

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ В СЕВООБОРОТЕ С ЛЮПИНОМ ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

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 ИМЕНИ В.Р. ВИЛЬЯМСА», Г. БРЯНСК

Представлены результаты исследований по влиянию способов основной обработки на биологическую активность серой лесной почвы в севообороте с люпином и, как следствие, на изменение содержания гумуса. Цель исследований – изучить состояние почвенного плодородия серой лесной почвы при разных способах основной обработки почвы в севообороте с люпином. Исследования проводили на серой лесной почве юго-запада Нечерноземной зоны Брянского региона стационарного опыта ВНИИ люпина в 2019-2022 гг. Наиболее интенсивная микробиологическая активность почвы наблюдалась во всех вариантах опыта в слое 0-10 см. На микробиологическую активность влияет способ обработки почвы. Так, в слое 0-10 см при безотвальной обработке данный показатель максимальный (39%), на 24% выше, чем при вспашке и на 16,9% выше, чем при чизелевании раз в 4 года в севообороте под люпин. Наиболее перспективной системой основной обработки почвы с точки зрения сохранения и воспроизводства гумуса является безотвальная система основной обработки почвы. При данном способе выявлено меньшее снижение гумуса серой лесной почвы за 8 лет (на 0,25 и 0,41%); при отвальных обработках снижение составило 0,50 и 0,80%. Степень гумификации органического вещества в зерновом севообороте за годы исследований заметно снизилась до 22,1% при безотвальных обработках и до 18,4 при отвальной вспашке. Гумус серой лесной почвы до закладки опыта имел гуматный тип, при всех системах обработки почвы. Через 8 лет в зерновом севообороте с люпином, без какой либо запашки люпина на зеленое удобрение, тип гумуса поменялся на гуматно-фульватный, при отвальных обработках почвы с соотношением $C_{гк}:C_{фк}$ в пределах 1-0,5. И на фульватно-гуматный тип при безотвальных обработках почвы, с соотношением $C_{гк}:C_{фк}$ в пределах 1-2.

Ключевые слова: показатели плодородия, севооборот, способы основной обработки почвы, биологическая активность, люпин.

Для цитирования: Исаева Е.И., Анишко М.Ю. Состояние почвенного плодородия в севообороте с люпином при разных способах основной обработки почвы. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2025; 3(55):173-178. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-3-173-178

DIAGNOSTIC INDICATORS OF SOIL FERTILITY IN CROP ROTATION WITH LUPINE UNDER DIFFERENT METHODS OF PRIMARY SOIL CULTIVATION

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 results of studies on the influence of primary tillage methods on the biological activity of gray forest soil in crop rotation with lupine and, as a consequence, on the change in

humus content are presented. The purpose of the studies is to study the state of soil fertility of gray forest soil with different primary tillage methods in crop rotation with lupine. The studies were carried out on the gray forest soil of the southwest of the Non-Chernozem zone of the Bryansk region of the stationary experiment of the All-Russian Research Institute of Lupine in 2019-2022. The most intensive microbiological activity of the soil was observed in all variants of the experiment in the 0-10 cm layer. The microbiological activity is affected by the method of soil cultivation. Thus, in the 0-10 cm layer with no-till cultivation this indicator is maximum (39%), 24% higher than with plowing, and 16.9% higher than with chisel plowing once every 4 years in crop rotation under lupine. The most promising system of primary soil cultivation in terms of humus conservation and reproduction is the non-moldboard system of primary soil cultivation. With this method, a smaller decrease in humus of gray forest soil was revealed over 8 years (by 0.25 and 0.41%); with moldboard cultivation, the decrease was 0.50 and 0.80%. The degree of humification of organic matter in grain crop rotation has significantly decreased over the years of research to 22.1% with no-till cultivation and to 18.4% with moldboard plowing. Humus of gray forest soil before the experiment was of the humate type, under all soil cultivation systems. After 8 years in grain crop rotation with lupine, without any plowing of lupine for green manure, the humus type changed to humate-fulvate, during moldboard tillage of soil with a ratio of $C_{hum.acids}:C_{fulv.acids}$ within 1-05. And for the fulvate-humate type with no-till soil cultivation, with a ratio of $C_{hum.acids}:C_{fulv.acids}$ within 1-2.

Keywords: fertility indicators, crop rotation, methods of primary soil cultivation, biological activity, lupine.

Введение

Обработка почвы – ключевой элемент технологии возделывания сельскохозяйственных культур, непосредственно влияющий на все факторы почвенного плодородия и биологические процессы, происходящие в почве. Активность этих процессов определяется агрофизическими условиями, создаваемыми обработкой почвы [1, 2, 3]

В современных условиях ведения хозяйства остро назревает необходимость поиска путей регулирования запасов и режима органического вещества и вариантов накопления биологического азота агроэкосистемой за счет воспроизводимых биогенных ресурсов [4, 5]. Органическое вещество агрофитоценозов в основном формируется из пожнивно-корневых, растительных остатков, соломы и других биогенных ресурсов, которые, попадая в почву, подвергаются сложным процессам трансформации под действием комплекса микроорганизмов, участвующих в биохимических превращениях и биологическом круговороте химических элементов, а в последующем и веществ [6]. Поскольку степень активности микроорганизмов напрямую зависит от наличия в почве доступного азота, фосфора и других элементов, можно считать, что изменение их содержания в почве отражает напряженность хода микробиологических процессов вообще. Способность почвы обеспечивать растения необходимыми питательными веществами и минералами, а также оптимальный воздушный и водный режимы, определяется многими показателями. Это содержание гумуса, ферментативная активность, интенсивность дыхания и состав микрофлоры. При выращивании сельскохозяйственных культур в севообороте должны создаваться благоприятные почвенные условия для проявления их биопродуктивности [7, 8].

Материалы и методы исследования

Исследования проводились на базе стационарного опыта ВНИИ люпина, на серой лесной легкосуглинистой почве, в Брянском регионе юго-запада Нечерноземной зоны России.

Агрохимическая характеристика пахотного слоя до закладки опыта: pH_{KCl} – 5.8-6.0; содержание подвижного фосфора (по Кирсанову) 275-285, калия (по Масловой) 211-224 мг/кг почвы, органического вещества 3,1-3,3%.

Схема севооборота: озимая пшеница – овес – озимая тритикале – люпин.

Приемы основной обработки почвы в севообороте:

1. Отвальная вспашка на 20-22 см отвальным плугом ПЛН-5 – 35.

2. Безотвальная вспашка 1 раз в 4 года под люпин на 35 см., глубокорыхлителем Dondi – 807, отвальная вспашка на 20-22 см – под зерновые культуры отвальным плугом ПЛН-5 – 35.

3. Безотвальна обработка – безотвальное рыхление на 16 см., стерневым культиватором Лидер – 8.

4. Безотвальная вспашка 1 раз в 4 года под люпин на 35 см., глубокорыхлителем Dondi – 807, безотвальная обработка – безотвальное рыхление на 16 см – под зерновые культуры стерневым культиватором Лидер – 8.

Предпосевная обработка почвы проводится по всем культурам и вариантам и включает: 1-ая культивация КШУ 12 01 (8-12 см), 2-ая культивация КШУ 12 01 (6-8 см), прикатывание и выравнивание почвы АКШ – 7,2.

Система удобрений по всем вариантам опыта применялась общим фоном, в частности по культурам представлена: озимая пшеница – $N_{90}P_{60}K_{60}$, овес – $N_{60}P_{60}K_{60}$, озимая тритикале – $N_{90}P_{60}K_{60}$, люпин белый – без удобрений. Система защиты – согласно списку разрешенных препаратов на территории Российской Федерации.

Опыт заложен в границах одного земельного участка, развернут четырьмя полями в пространстве и во времени. Площадь делянки – 960 м². Повторность в опыте – трехкратная.

В севообороте возделывались белый люпин Мичуринский, овес Памяти Балавина, озимая пшеница Московская 39, озимая тритикале Легион.

Результаты и их обсуждение

Наиболее интенсивная микробиологическая активность почвы наблюдалась при всех вариантах опыта в слое 0-10 см, это объясняется тем, что основная масса органического вещества находится в этом слое, а также в нем лучшая аэрация (целлюлозоразлагающие бактерии являются аэробами) (табл. 1).

На микробиологическую активность почвы влияет и способ обработки почвы; так, в слое 0-10 см при безотвальной обработке данный показатель максимальный (39%), на 24% выше, чем при вспашке и на 16,9% выше, чем при чизелевании раз в 4 года в севообороте под люпин.

Биологическая активность почв определяется косвенно по выделению CO₂ почвой. Твердая фаза почвы обладает способностью поглощать O₂ и одновременно выделять CO₂, тем самым влияя на состав почвенного воздуха. На делянках с безотвальным рыхлением наблюдалось более интенсивное дыхание по всем культурам севооборота (от 127,7 до 435,6 мг/м²*час). При традиционной вспашке эмиссия CO₂ была минимальной, что косвенно указывает на снижение биологической активности при данном способе обработки почвы (табл. 2).

Таблица 1

Степень разложения естественных источников целлюлозы на разных глубинах почвенного профиля при разных способах основной обработки почвы, 2020-2023 гг.

Вариант	Степень распада, % (при вегетации)			
	0-10 см	10-20 см	20-30 см	30-40 см
Отвальная вспашка	15,0	12,9	3,0	2,7
Безотвальная вспашка под люпин; отвальная вспашка остальные культуры	22,1	15,2	6,8	4,3
Безотвальная обработка	39,0	21,2	14,5	12,2
Безотвальная вспашка под люпин; безотвальная обработка под остальные культуры	26,7	18,4	8,9	5,0

Основное звено в совокупности биологических приемов, обеспечивающих сохранение плодородия почв, принадлежит катализаторам биохимических реакций - ферментам. Определение активности инвертазы показало, что средняя активность в слое почвы 0-20 см была наибольшей при безотвальных обработках почвы – 5,16 и 5,23 мг глюкозы/г*сутки

Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» № 3 (55) 2025 г.
(табл. 3). Снижение количества инвертазы при отвальной вспашке свидетельствует о более быстрых темпах минерализации органического вещества.

Каталаза синтезируется практически всеми микроорганизмами, поэтому наблюдается повышенная активность фермента на всех вариантах опыта, что является свидетельством напряженности энергетических процессов в почве. Между вариантами обработки почвы наблюдается тенденция к увеличению ее активности при мелких безотвальных обработках (0,84, 0,87 мл О₂/г*мин), что свидетельствует о снижении накопления токсичных перекисных соединений водорода, угнетающих жизнедеятельность ризосферных микроорганизмов.

Таблица 2

Скорость эмиссии углекислого газа при разных способах основной обработки почвы, мг/м²*час, 2020-2023 гг.

Поле	Эмиссия СО ₂ , мг/м ² *час (при вегетации)			
	Отвальная вспашка	Отвальная вспашка + безотвальное глубокое рыхление под люпин	Безотвальная обработка	Безотвальная обработка + безотвальное глубокое рыхление под люпин
Люпин белый	466,5	435,6	373,3	299,6
Овес	206,3	127,7	186,7	191,6
Озимая тритикале	157,0	211,2	230,8	221,0
Озимая пшеница	103,1	240,2	260,3	186,7
Среднее значение	233,2	253,7	262,8	224,7

Уреаза участвует в реакциях белкового синтеза, в частности гидролиза мочевины. Выявлено снижение активности этого фермента (3,25 мг NH₃/10 г*сутки) под воздействием вспашки, так как он поступает в почву с растительными остатками. При отвальной обработке вследствие перемещения растительных остатков в нижележащие слои и происходит снижение активности. Тогда как при безотвальной обработке активность составляет максимум (4,94мг NH₃/10 г*сутки).

Сохранение потенциального плодородия в значительной степени зависит от содержания и качественного состава гумуса, так как в нем сосредоточены основные запасы азота и фосфора почвы. Наиболее перспективной системой основной обработки почвы с точки зрения сохранения гумуса является безотвальная система обработки почвы в севообороте (табл. 4). При данном способе выявлено меньшее снижение гумуса серой лесной почвы за ротацию 0,25 и 0,41%, при отвальных обработках снижение составило 0,50 и 0,8%.

Таблица 3

Средняя активность почвенных ферментов при разных способах основной обработки почвы, 2020-2023 гг.

Варианты	Средняя активность почвенного фермента (слой 0-20 см)		
	Инвертаза, мг глюкозы/г*сутки	Каталаза, мл. О ₂ /г*мин	Уреаза, мг NH ₃ /10 г*сутки
Отвальная вспашка	4,32	0,61	3,25
Безотвальная вспашка под люпин; отвальная вспашка зерновые культуры	4,68	0,77	4,10
Безотвальная обработка	5,23	0,87	4,94
Безотвальная вспашка под люпин; безотвальная обработка под зерновые культуры	5,21	0,84	4,34

Известно, сам гумус состоит из двух основных отличающихся по скорости круговорота фаз. Это «стационарный» углерод, содержание которого зависит от генезиса породы почвы и «подвижный» претерпевающий изменение в результате сельскохозяйственной деятельности, определяя те или иные трансформационные процессы гумусового горизонта. В 2014 году, гумус серой лесной почвы на стационарном опыте имел фульватно-гуматный тип, при всех системах обработки почвы с достаточно высокой степенью гумификации органического вещества от 27,6 до 28,6%.

Таблица 4

Содержание фракций гумуса пахотного слоя серой лесной почвы в четырехпольном севообороте с люпином при разных способах основной обработки почвы, 2014-2022 гг.

Показатели	Отвальная вспашка	Безотвальная вспашка под люпин; отвальная вспашка зерновые культуры	Безотвальная обработка	Безотвальная вспашка под люпин; безотвальная обработка под зерновые культуры
Озимая пшеница – овес – озимая тритикале – люпин				
Гумус* %	<u>2,96</u> 2,16	<u>2,85</u> 2,33	<u>2,93</u> 2,52	<u>2,79</u> 2,54
Гуминовые кислоты (ГК)*	<u>27,8</u> 18,4	<u>28,0</u> 22,1	<u>28,6</u> 24,6	<u>27,6</u> 24,9
Фульвокислоты (ФК)	<u>12,6</u> 25,8	<u>12,8</u> 21,7	<u>12,7</u> 15,9	<u>13,0</u> 15,1
Гумин	<u>59,6</u> 55,8	<u>59,2</u> 56,2	<u>58,7</u> 59,5	<u>59,4</u> 60,0

* в числителе данные до закладки опыта, в знаменателе за вторую ротацию

За годы исследований, в составе гумуса произошли наряду с количественными изменениями и качественные. Степень гумификации органического вещества в севообороте с люпином на зерновые цели, заметно снизилась – до 22,1% при безотвальных обработках и до 18,4 при отвальной вспашке. Тип гумуса поменялся на фульватно-гуматный, где соотношение $C_{ГК}:C_{ФК}$ приближается к 1,2 при безотвальной основной обработке почвы. И гуматно-фульватный тип с соотношением гуминовых и фульвокислот от 0,7 до 0,8 при отвальных обработках.

Заключение

Таким образом, наиболее интенсивная микробиологическая активность почвы наблюдалась во всех вариантах опыта в слое 0-10 см. На микробиологическую активность влияет способ основной обработки почвы. В слое 0-10 см при безотвальной обработке активность микроорганизмов максимальная – 39%, что на 24% выше, чем при вспашке и на 16,9% выше, чем при чизелевании раз в 4 года в севообороте под люпин. Наиболее приемлемой системой основной обработки почвы в зерновом севообороте с люпином, с точки зрения сохранения гумуса, является безотвальная система.

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. Попова В.И., Чудинов В.А., Болдышева Е.П., Бекмагамбетов А.И. Накопление растительных остатков и биологическая активность обыкновенных черноземов при ресурсосберегающей технологии. // Вестник Омского ГАУ. – 2020. – № 2(38). – С. 89-99.
2. Скороходов В.Ю., Максютлов Н.А., Митрофанов Д.В., Кафтан Ю.В., Зенкова Н. А. Уровень биологической активности пахотного слоя в двухпольных севооборотах и бессменных посевах в зависимости от плодородия и влажности почвы на черноземах южных Оренбургского Предуралья. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 2 (82). – С. 38-43.
3. Перфильев Н.В., Вьюшина О.А. Биологическая активность темно-серой лесной почвы и урожайность ячменя в зависимости от различных систем основной обработки. // Вестник КрасГАУ. – 2023. – № 7. – С. 3-11. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-7-3-11.
4. 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.
5. Просыанников Е.В. Агрохимические аспекты устойчивого земледелия // Сельскохозяйственная биология. – 2019. – № 5. – С. 13-16. DOI: 10.24411/0235-2516-2019-10068
6. Орлова О.В. Состав и функционирование микробного сообщества при разложении соломы злаковых культур в дерново-подзолистой почве. // Сельскохозяйственная биология. – 2015. – № 50(3). – С. 305-314. 120.
7. 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.
8. Новиков В.М. Влияние агротехнических приемов и погодных условий на биологическую активность темно-серой лесной почвы при возделывании зернобобовых и крупяных культур. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. – № 4 (20). – С. 116-120.

References

1. Popova V.I., Chudinov V.A., Boldysheva E.P., Bekmagambetov A. I. Accumulation of plant residues and biological activity of ordinary chernozems with resource-saving technology. *Vestnik Omskogo GAU*, 2020, no 2(38), pp. 89-99. (In Russian)
2. Skorohodov V.Yu., Maksyutov N.A., Mitrofanov D. V., Kaftan Yu. V., Zenkova N. A. The level of biological activity of the arable layer in two-field crop rotations and permanent crops depending on the fertility and moisture of the soil on the southern chernozems of the Orenburg Cis-Urals. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2020, no 2(82), pp. 38-43. (In Russian)
3. Perfil'ev N.V., V'yushina O.A. Biological activity of dark gray forest soil and barley yield depending on different primary tillage systems. *Vestnik KrasGAU*. 2023, no 7, pp. 3-11. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-7-3-11. (In Russian)
4. Esedulaev S.T., Mel'caev I.G. Biologized crop rotations are the main factor in increasing the fertility of sod-podzolic soils and the productivity of arable land in the Upper Volga region. *Agrarnyj vestnik Urala*, 2019, no 11(109), pp. 18-26. DOI:10.32417/article_5dcd861e3d2300/42959538. (In Russian)
5. Prosyannikov E.V. Agrochemical aspects of sustainable agriculture. *Sel'skoho-zyajstvennaya biologiya*, 2019, no.5, pp. 13-16. DOI: 10.24411/0235-2516-2019-10068 (In Russian)
6. Orlova O.V. Composition and functioning of the microbial community during the decomposition of cereal straw in sod-podzolic soil. *Sel'skohozyajstvennaya biologiya*, 2015, no 50(3), pp. 305-314. (In Russian)
7. Gurin A.G., Chadaev I.M. The role of legume precursors in increasing the biological activity of gray forest soil. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2019, no 1(29), pp. 21-25. (In Russian)
8. Novikov V.M. The influence of agrotechnical methods and weather conditions on the biological activity of dark gray forest soil during the cultivation of legumes and groat crops. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2016, no 4 (20), pp. 116-120. (In Russian)