

**ЗЕРНОБОБОВЫЕ И КРУПЯНЫЕ КУЛЬТУРЫ № 1 (49), 2024 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**

**Возиян Валерий Иванович, д. с.-х. наук, Молдова**

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

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

**Косолапов Владимир Михайлович, академик РАН**

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

**Полухин Андрей Александрович, д.э.н., профессор РАН**

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

**Прянишников Александр Иванович, член-корр. РАН**

**Серекпаев Нурлан Амангельдинович, д. с.-х. наук, Казахстан**

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

**Ушачев Иван Григорьевич, академик РАН**

**Фенг Байли, доктор наук, профессор, Китай**

**Фесенко Алексей Николаевич, д. биол. наук**

**Шевченко Сергей Николаевич, академик РАН**

**Яговенко Герман Леонидович, д. с.-х. наук**

Научный редактор, корректор

**Грядунова Н.В.**

Технический редактор

**Хмызова Н.Г.**

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

Фотоматериал **Черненький 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. I  
тел.:(4862) 40-32-24, 40-30-04  
E-mail: [office@vniizbk.ru](mailto:office@vniizbk.ru),  
[jurnalzbn@mail.ru](mailto:jurnalzbn@mail.ru)  
Сайт: <https://vniizbk.ru>

Дата выхода в свет: 21.03.2024 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. 1 (49), 2024**

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.)

**Voziyan, Valeriy I.** – NIIPK «Selection» Rep. of Moldova, Dr. Sci. (Agric.).

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

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

**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.)

**Polukhin, Andrei A.** – FSBSI FSC LGC, Director, Dr. Sci. (Econ.), Professor, Russian Academy of Sciences

**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

**Serekpaev, Nurlan A.** – S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University, vice-rector, Dr. Sci. (Agric.).

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

**Ushachev, Ivan G.** – FSBSI FSC VNII Agr.Economics, 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.

**Yagovenko, German L.** – All-Russian Research Institute of Lupine – a branch of FSBSI V.R. Williams FNTs Feed Production and Agroecology, Director, Dr. Sci. (Agric.).

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**  
**ПН №ФЦ77-77939**  
**dated 19.02 2020**

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

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

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

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

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

Date of publication: 21.03.2024

Format A4.

Font Times New Roman.

Circulation 300 copies.

Printed at FSBSI «FSC LGC»

Price free.

СОДЕРЖАНИЕ

<b>Медведев А.М., Тихонова В.К.</b> О результатах и перспективах селекции озимой тритикале в Подмоскowie .....	5
<b>Гурьев Г.П., Донская М.В., Донской М.М., Якубовская А.И., Каменева И.А., Зубоченко А.А.</b> Влияние микробиологических препаратов и предшественника на формирование симбиотического аппарата, урожайность и агрохимические показатели почвы при возделывании чечевицы, нута и чины .....	10
<b>Волобуева О.Г., Крылова М.Ф.</b> Изучение особенностей взаимодействия растений нута ( <i>Cicer arietinum</i> ) и его микросимбионтов ( <i>Mesorhizobium sp.</i> ) .....	19
<b>Зубарева К.Ю., Белозерова А.В., Хрыкина Т.А.</b> Оценка физиологического состояния растений сои методами фотометрической диагностики .....	28
<b>Глазова З.И.</b> Эффективность различных агрохимикатов и способов их применения при выращивании чечевицы .....	37
<b>Черненькая Н.А.</b> Почвенные гербициды для защиты фасоли обыкновенной .....	46
<b>Беляева Р.В.</b> Оценка коллекционного материала гороха по хозяйственно ценным признакам .....	52
<b>Мазалов В.И., Небытов В.Г., Мерцалов Е.Н.</b> Сравнительная оценка показателей адаптивности пленчатых и голозерных сортов овса ярового в условиях Орловской области .....	60
<b>Коваленко С. А., Кадушкина В. П., Фоменко М. А.</b> Результаты использования озимых форм при селекции пшеницы твердой яровой на Дону .....	69
<b>Голова Т.Г., Ершова Л.А.</b> Изменение хозяйственных показателей ячменя в связи с сортосменой .....	77
<b>Конончук В.В., Тимошенко С.М., Штырхун В.Д., Назарова Т.О., Тулинова Е.А., Кирдин В.Ф., Щуклина О.А., Конорев П.М.</b> Удобрение и продуктивность люпино-пшеничной смеси на сенаж и зерно при разных метеорологических условиях в Центральном Нечерноземье .....	87
<b>Воронцов В.А., Скорочкин Ю.П.</b> Продуктивность и экономическая эффективность зернопарового севооборота в зависимости от агротехнологий .....	97
<b>Осипов А.И., Пухальский Я.В., Лоскутов С.И., Никитичева Г.В., Городнова Л.А., Якубовская А.И., Мещеряков Д.Д., Каменева И.А., Лактионов Ю.В.</b> Динамика накопления азота в вегетирующей части побегов нетрадиционной для России зернобобовой культуры кроталарии ситниковой родом из тропических стран .....	105
<b>Новинки селекции</b>	
<b>Гуринович С.О., Кирюхин С.В., Панарина В.И.</b> Новый сорт сои Орлея .....	112
<b>Мирошникова М.П., Лебкова О.А.</b> Основные показатели хозяйственно ценных признаков сорта фасоли обыкновенной Купава .....	117
<b>Тихонов Н.П., Тихонова Т.В.</b> Саратовское 15 и Сардар – новые сорта проса посевного .....	124
<b>Памяти коллеги</b> .....	132

CONTENTS

<b>Medvedev A.M., Tikhonova V.K.</b> About the results and prospects of winter triticale breeding in the Moscow region .....	5
<b>Gur'ev G.P., Donskaya M.V., Donskoi M.M., Yakubovskaya A.I., Kameneva I.A., Zubochenko A.A.</b> Influence of microbiological preparations and forecrop on symbiotic apparatus formation, yield and agrochemical soil parameters in cultivation of lentils, chickpeas and grass pea .....	10
<b>Volobueva O.G., Krylova M.F.</b> Studying the interaction features of chickpea plants ( <i>Cicer arietinum</i> ) and its microsymbiont ( <i>Mesorhizobium sp.</i> ) .....	19
<b>Zubareva K. Yu., Belozeroва A.V., Khrykina T.A.</b> Assessment of physiological state of soybean plants by photometric diagnostics methods .....	28
<b>Glazova Z.I.</b> Effectiveness of different agrochemicals and their application methods in lentil cultivation .....	37
<b>Chernenkaya N.A.</b> Soil herbicides for the protection of common bean .....	46
<b>Belyaeva R.V.</b> Evaluation of pea collection material for economically valuable traits .....	52
<b>Mazalov V.I., Nebytov V.G., Mertsalov E.N.</b> Comparative assessment of the adaptability of filmy and naked oat spring varieties in the conditions of the Orel region .....	60
<b>Kovalenko S. A., Kadushkina V. P., Fomenko M. A.</b> Results of using winter forms in breeding spring durum wheat in the Don region .....	69
<b>Golova T.G., Ershova L.A.</b> Change in barley economic indicators in connection with variety change .....	77
<b>Kononchuk V.V., Timoshenko S.M., Shtyrkhunov V.D., Nazarova T.O., Tulinova E.A., Kirdin V.F., Shchukina O.A., Konorev P.M.</b> Fertilizer and productivity of lupin-wheat mixture for haylage and grain under different meteorological conditions in The Central Non-Chernozem region .....	87
<b>Vorontsov V.A., Skorochkin Yu.P.</b> Productivity and economic efficiency of grain and fallow crop rotation depending on agrotechnologies .....	97
<b>Osipov A.I., Puhalsky J.V., Loskutov S.I., Nikiticheva G.V., Gorodnova L.A., Yakubovskaya A.I., Meshcheryakov D.D., Kameneva I.A., Laktionov Yu.V.</b> Dynamics of nitrogen accumulation in the vegetative part of shoots of the non-traditional for Russia leguminous crop <i>Crotalaria juncea</i> (sunn hemp) native to tropical countries .....	105
<b>Novelties of breeding</b>	
<b>Gurinovich S.O., Kiryukhin S.V., Panarina V.I.</b> New soybean variety Orleya .....	112
<b>Miroshnikova M.P., Lebkova O.A.</b> Main indicators of economically valuable characteristics of common bean variety Kupava .....	117
<b>Tikhonov N.P., Tikhonova T.V.</b> Saratovskoye 15 and Sardar – new varieties of common millet .....	124
<b>In memory of our colleague.....</b>	132

## О РЕЗУЛЬТАТАХ И ПЕРСПЕКТИВАХ СЕЛЕКЦИИ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ В ПОДМОСКОВЬЕ

**А.М. МЕДВЕДЕВ**, член-корреспондент РАН, E-mail: mosniish@yandex.ru,  
**В.К. ТИХОНОВА**, техник

ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «НЕМЧИНОВКА»

*В целях получения более совершенных, высокопродуктивных сортов озимой тритикале особо необходимы поиск и создание ценного исходного материала. В ФИЦ «Немчиновка» ежегодно изучается и используется мировая коллекция тритикале, применяется гибридизация местных сортов с лучшими сортообразцами отечественной и зарубежной селекции. Хорошие результаты получены при срачиваниях высокопродуктивных, хорошо приспособленных к природным условиям Подмоскovie сортов Виктор, Гермес, Нина, Арктур с сортиментом Польши, Украины, Белоруссии, лучшими отечественными сортами Национального центра зерна им. П.П. Лукьяненко (г. Краснодар), ФРАНЦ РАН (г. Ростов-на-Дону), Ставропольского НИИСХ.*

*В итоге создан перспективный селекционный материал, позволяющий выделять конкурентоспособные линии.*

**Ключевые слова:** гибридизация, селекция, сорта, линии, продуктивность, качество зерна.

**Для цитирования:** Медведев А.М., Тихонова В.К. О результатах и перспективах селекции озимой тритикале в Подмоскovie. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2024; 1(49):5-9. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-1-5-9

## ABOUT THE RESULTS AND PROSPECTS OF WINTER TRITICALE BREEDING IN THE MOSCOW REGION

**A.M. Medvedev, V.K. Tikhonova**

FSBSI FEDERAL RESEARCH CENTER «NEMCHINOVKA»

**Abstract:** *It is especially necessary to search for and create valuable source material in order to create more advanced, highly productive varieties of winter triticale. The world triticale collection is studied and used annually at the Nemchinovka Research Center and hybridization of local varieties with the best varieties of domestic and foreign breeding is also used. Good results were obtained by crossing highly productive varieties, well adapted to the natural conditions of the Moscow region, Victor, Hermes, Nina, Arctur with the assortment of Poland, Ukraine, Belarus, the best domestic varieties of the National Grain Center named after P.P. Lukyanenko (Krasnodar), FRANTS RAS (Rostov-on-Don), Stavropol Research Institute.*

*As a result, a promising breeding material has been created that allows you to identify competitive lines.*

**Keywords:** hybridization, breeding, varieties, lines, productivity, grain quality.

Благодаря успешной работе селекционеров культура тритикале на Земном шаре (в Российской Федерации в основном озимые формы), обеспечивает формирование урожайности зерновых сортов до 12 и более тонн с гектара [1, 2, 3, 4] и отлично конкурирует с озимыми пшеницей и рожью. Посевная площадь тритикале в мире по данным FAOSTAT достигла 4 млн. га, в том числе в Польше свыше 1 млн. га, р. Беларусь 500 тыс. га. В Российской Федерации площадь посевов озимых сортов в 2017-2018 гг. составляла 350-400 тыс.га, в настоящее время 150-200 тыс.га со сбором зерна до 3,5-4,0 т/га. Успешному распространению озимой тритикале в нашей стране мешают некоторые недостатки

существующих сортов, в том числе, высокорослость, склонность растений к полеганию, слабая устойчивость к таким опасным заболеваниям, как снежная плесень, септориоз, фузариоз колоса. Научные центры России, в том числе ФИЦ «Немчиновка» решают указанные и другие проблемы. Особое внимание обращается на качество зерна новых сортов и линий.

### **Материал и методика исследований**

Полевые и лабораторные эксперименты проводились в севооборотах опытного поля ФИЦ «Немчиновка». Материалом для ежегодных исследований служили сортообразцы коллекции, гибридные популяции от скрещивания немчиновских и селекционных сортов с лучшими отечественными и зарубежными образцами тритикале. Наблюдения и учеты в опытах осуществляли с применением методических указаний Б.А. Доспехова (1985), Госсорткомиссии (1988). Устойчивость растений к полеганию, снежной плесени и септориозу определяли по А.Ф. Мережко, Р.А. Удачин [5]. Естественное плодородие почвы на опытных участках невысокое, с содержанием гумуса 2,0-2,5%, Ph почвенного раствора 4,5-5,0, поэтому применяли внесение минеральных удобрений: осенью до 200 кг нитрофоски, весной в подкормку до 150 кг/га аммиачной селитры. Норма высева – 5,5 млн. всхожих зерен на 1 га, размер учетной площади делянок в КСИ 10 м<sup>2</sup>, в четырехкратной повторности, в контрольном питомнике – 5 м<sup>2</sup> в двукратном повторении вариантов опыта.

В годы исследований (2019-2023) метеорологические факторы складывались не всегда благоприятно для посевов тритикале. В предпосевной и посевной периоды, осенью наблюдался недостаток осадков и дефицит влаги в почве. Зимой погода характеризовалась неустойчивостью снежного покрова, сильными морозами (до – 20°С) в декабре и феврале, задержкой снега на опытных участках до мая. Отмеченные обстоятельства отрицательно сказывались на перезимовке растений. Однако весеннее кущение значительно восполнило потери зимнего характера.

### **Результаты и их обсуждение**

Поиску лучших линий и сортов озимой тритикале для возделывания в условиях Центральных районах Нечерноземной зоны способствовало, наряду с изучением гибридных растений в F<sub>1</sub>-F<sub>4</sub>, испытание лучших линий в конкурсном сортоиспытании и в контрольном питомнике (табл. 1, 2).

Наиболее высокие урожаи в среднем за два года получены с делянок линии 5901 (6,72 т/га), линии КП 404 (6,38 т/га), линии 26 КП 461 (6,92 т/га), линии 25 (6,50 т/га) при сборе зерна стандарта Виктор 5,40 т/га, короткостебельного сорта Акинак – 7,15 т/га. Отмеченные линии 25 (Гермес х Князь) и 26 (Виктор х Гренадо) выделялись и повышенными признаками продуктивности, зимостойкости, передаются в 2024 году на Государственное сортоиспытание под названием соответственно Новоивановка и Медведица.

По признаку число зерен (более 45 шт.) в колосе в конкурсном сортоиспытании 2023 года из 37 генотипов выделены линии КП 1940 (Немчиновский 56 х Каскад), КП 460 (Виктор х Цекад 90), КП 489 (Гера х Доктрина 110), КП 432 (Гермес х Легион), КП 472 (Гера х Прометей). У стандарта Виктор в 2022-2023 гг. указанный показатель находился в пределах 38-40. У новых сортов Медведица и Новоивановка передаваемых в ГСИ, число зерен в колосе не превышало 40 шт., однако масса 1000 зерен значительно превосходила показатели стандарта (около 47 г, у стандарта – 41,3 г).

Важно то, что в конкурсном сортоиспытании испытаны относительно короткостебельные сорта, высота стебля которых при обилии осадков в 2023 г находилась в пределах 90-106 см и они оказались устойчивыми к полеганию и достаточно устойчивыми к зимним условиям.

В контрольном питомнике 2023 года в сравнении со стандартом Виктор и широко возделываемым сортом Немчиновский 56 повышенными показателями продуктивности, зимостойкости отличались линия КП 403 (Гермес х Прометей) с урожаем зерна 6,9 т/га, линия 402 (Виктор х Топаз) – 6,3 т/га, линия КП 411 (Гера х Князь) – 6,25 т/га, линия КП 410 (Гера х Каскад) со сбором зерна 6,0 т/га (табл. 2.). Урожай на делянках стандарта Виктор в 2023 году составил 5,53 т/га.

Таблица 1

**Результаты изучения сортов и линий озимой тритикале в конкурсном сортоиспытании 2022-2023 гг.**

Сорта, линии	Происхождение сортов и линий	Вегетац. период, дней	Высота растений, см	Зимостой кость, балл	Устойчивость к полеганию, балл	Анализ колоса			Урожайность т/га		
						Число зерен шт.	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна с колоса, г	2022	2023	среднее
Виктор	ФИЦ «Немчиновка»	310	118	9	5	40	41,3	2,1	5,27	5,52	5,40
Немчиновский 56	ФИЦ «Немчиновка»	314	120	9	3	40	48,6	1,8	4,47	6,13	5,30
Нина	ФИЦ «Немчиновка»	308	119	9	5	44	45,7	2,0	4,35	5,69	5,02
Гермес	ФИЦ «Немчиновка»	310	119	9	5	34	40,9	1,9	4,43	5,91	5,17
Гера 401	Линия отбор из Геры	309	113	9	7	32	52,6	1,7	4,85	6,16	5,50
Арктур	Гермес х Авангард	308	92	9	9	40	43,6	1,8	2,60	5,80	4,15
Линия 5901	Виктор х Вокализ	312	109	7	7	44	45,4	2,0	6,67	6,75	6,72
Линия 25 (КП 497)	Гермес х Князь	306	107	9	9	43	45,8	2,0	5,25	6,84	5,50
Линия КП 404	Нина х Брат	314	105	7	5	52	46,1	2,5	4,98	7,65	6,32
Акинак	ФИЦ «Немчиновка»	308	94	9	9	40	46,1	1,8	-	7,15	7,15
Линия 26 (КП 461)	Виктор х Гренадо	305	88	9	9	40	46,9	1,9	6,65	7,38	6,92
Капелла	Линия отбор из яровой тритикале Польша	309	94	9	7	39	40,4	1,6	6,40	6,45	6,42
Линия КП 465	Отбор из л.МОВИР 280/12	304	94	7	7	45	44,8	2,3	4,80	6,74	5,78
Линия КП 460	Виктор х Цекад 90	314	100	9	5	47	49,7	2,1	5,80	5,90	5,85
НСР05									0,47	0,52	

**Сорта и линии озимой тритикале, выделившиеся в контрольном питомнике 2023 года**

Сорт , линия	Происхождение сортов и линии	Вегетац. период, дни	Высота растений, см	Устойчивость растений к полеганию, балл	Зимостойкость, балл	Устойчивость растений к снежной плесени, балл	Анализ колоса			Урожайность зерна, т/га
							число зерен, шт.	масса 1000 зерен, г	масса зерна с колоса, г	
Виктор, St	ФИЦ «Немчиновка»	310	118	7	9	5	40	41,3	2,1	5,52
Немчиновский 56	ФИЦ «Немчиновка»	314	120	3	9	5	40	48,6	1,8	6,13
Линия КП 409	Виктор х Топаз	312	108	9	7	5	47	51,1	2,4	6,3
Линия КП 403	Гермес х Прометей	312	115	9	9	7	43	50,4	2,1	6,90
Линия КП 404	Нина х Брат	313	93	9	9	5	31	50,	1,6	5,30
Линия КП 410	Гера х Каскад	310	95,3	9	9	5	40	49,0	1,9	6,00
Линия КП 411	Гера х Князь	311	107	9	9	5	41	55,3	2,3	6,25
Линия КП 417	Немчиновский 56 х Гера	311	124	9	9	3	42	50,6	2,2	6,00
Линия КП 418	Нина х Топаз	312	104	9	9	5	43	50,6	1,9	5,90
Линия КП 419	Виктор х Каскад	312	110	9	9	5	37	50,0	2,3	5,70
Линия КП 426	Гермес х Дозор	312	114	7	9	5	45	49,0	2,2	5,70
Линия КП 427	Гермес х Шаланда	310	113	9	7	3	36	41,0	2,4	6,00
Линия КП 429		311	128	7	7	5	39	41,8	1,6	5,75
Линия КП 430	Виктор х ПРАГ 567	311	117	7	7	5	35	44,7	1,5	5,05
Линия КП 431	Немчиновский 56 х Дозор	310	119	9	9	5	35	45,2	1,6	5,35
НСР 05										0,62

Отмечены и некоторые другие линии с хорошей сохранностью растений после перезимовки, которые к уборке имели хорошо выполненное зерно: масса 1000 зерен выше 40 г, масса зерна с колоса – более 20 г, число зерен в колосе не ниже 40 шт.

Трудно решаемой задачей оказывается повышение устойчивости растений тритикале к снежной плесени. Из отмеченных в таблице 2 линий только у одной из них КП 403 (Гермес х Прометей) устойчивость посева к этой болезни оказалась равной 7 баллов. Такое же положение отмечается и по признаку устойчивости растений к септориозу. За последние три года вредоносность септориоза на посевах озимой тритикале в Подмоскowie значительно повысилась из-за появления новых рас патогена.

Новые сорта озимой тритикале селекции ФИЦ «Немчиновка» Медведица и Новоивановка, передаваемые в 2024 году на государственное сортоиспытание, как и стандарт Виктор, имеют среднюю устойчивость растений к снежной плесени и септориозу.

#### Заключение

В последние годы в ФИЦ «Немчиновка» получен ценный селекционный материал озимой тритикале, обеспечивающий выделение ценных линий с высокими показателями продуктивности и устойчивости к лимитирующим факторам внешней среды. На государственное сортоиспытание передаются короткостебельные сорта Новоивановка и Медведица с потенциальной урожайностью свыше 12 т/га, фактической до 10 т/га зерна, пригодного для использования в качестве полноценного корма для скота и птицы, а также в спиртовой промышленности.

#### Литература

1. Гординская Е.А., Крохмаль А.В., Грабовец А.И., Барулина Н.И., Бирюкова О.В. Характеристика биологического потенциала сортов озимого тритикале. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – № 2 (38). – С. 158-164. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-2-158-164
2. Медведев А.М., Комаров Н.М., Соколенко Н.И. и др. Озимая и яровая тритикале в Российской Федерации. Коллективная монография. – М.: – 2017. – 289 с.
3. Воронов С.И., Медведев А.М., и др. О проблемах и результатах селекционного улучшения озимой тритикале Центрального Нечерноземья. Тритикале. Материалы Междунар. науч.-практ. конференции «Селекция, генетика, агротехника и технологии переработки сырья». – Ростов на Дону. – 2021. – С. 77-88.
4. Медведев А.М., Березкин А.Н. и др. Основы сертификации семян сельскохозяйственных растений и ее структурные элементы. Коллективная монография. – М.: – 2010. – 326 с.
5. Мережко А.Ф., Удачин Р.А. Методические указания. Санкт-Петербург. –1999. – 32 с.

#### References

1. Gordinskaya E.A., Krokhmal' A.V., Grabovets A.I., Barulina N.I., Biryukova O.V. Kharakteristika biologicheskogo potentsiala sortov ozimogo tritikale. [Characteristics of biological potential in the variety of winter tritikale] *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2021, no.2 (38), pp.158-164 (In Russian) DOI: 10.24412/2309-348X-2021-2-158-164
2. Medvedev A.M., Komarov N.M., Sokolenko N.I. et.al. Ozimaya i yarovaya tritikale v Rossiiskoi Federatsii. Kollektivnaya monografiya. [Winter and spring tritikale in the Russian Feration (collective monograph)]. Moscow, 2017, 289 p. (In Russian)
3. Voronov S.I., Medvedev A.M., et.al. O problemakh i rezul'tatakh selektsionnogo uluchsheniya ozimoi tritikale Tsentral'nogo Nechernozem'ya [On the problems and results of selective improvement of the Central Non-Chernozem region]. Tritikale. Materialy Mezhdunar. nauch. - prakt. konferentsii «Selektsiya, genetika, agrotekhnika i tekhnologii pererabotki syr'ya» [Triticale. Breeding, genetics, agricultural engineering and raw material processing technologies"], Rostov-na-Donu, 2021, pp.77-88
4. Medvedev A.M., Berezkin A.N., et.al. Osnovy sertifikatsii semyan sel'skokhozyaistvennykh rastenii i ee strukturnye elementy. Kollektivnaya monografiya [Fundamental of certification of seeds of agricultural plants and its structural elements (collective monograph)]. Moscow, 2010. 326 p. (In Russian)
5. Merezko A.F., Udachin R.A. Metodicheskie ukazaniya [Methodical instructions], St. Petersburg, VIR, 1999, 32 p.

**ВЛИЯНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ И ПРЕДШЕСТВЕННИКА НА ФОРМИРОВАНИЕ СИМБИОТИЧЕСКОГО АППАРАТА, УРОЖАЙНОСТЬ И АГРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЧЕЧЕВИЦЫ, НУТА И ЧИНЫ**

**Г.П. ГУРЬЕВ**, кандидат биологических наук  
**М.В. ДОНСКАЯ**, кандидат сельскохозяйственных наук  
ORCID ID 0000-0001-6257-0576, E-mail: nmaria\_87@mail.ru  
**М.М. ДОНСКОЙ**, кандидат сельскохозяйственных наук  
**А.И. ЯКУБОВСКАЯ\***, кандидат биологических наук  
ORCID ID 0000-0001-8434-2689  
**И.А. КАМЕНЕВА\***, кандидат сельскохозяйственных наук  
ORCID ID 0000-0003-3914-7184  
**А.А. ЗУБОЧЕНКО\***

ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР  
\*ФГБУН НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА КРЫМА

*В статье представлены результаты применения микробиологических препаратов на основе новых штаммов ризобий на показатели симбиотической деятельности, урожайность сортов чечевицы, нута и чины и агрохимические показатели почвы в условиях Орловской области. Опыты проводили в 2021-2022 гг. на опытных полях ФНЦ ЗБК. Опыты закладывали по трем культурам (чечевице, нуту и чине) в следующих вариантах: 1 – контроль (без обработок); 2 – инокуляция семян перед посевом препаратом Ризоторфин (для чечевицы штамм 724, для нута - 527, для чины – 2803); 3 – предпосевная обработка семян препаратом Ризобин<sup>агро</sup>; 4 – предпосевная обработка семян комплексом микробиологических препаратов Микробиоком<sup>агро</sup> (Ризобин<sup>агро</sup>, Фосфостим<sup>агро</sup> + Биопрофид<sup>агро</sup>). Установлено, что наиболее эффективным приемом при возделывании чечевицы была предпосевная инокуляция семян Ризоторфином штамм 724 и Ризобин<sup>агро</sup>. В этих вариантах проявилась устойчивая тенденция к повышению урожая зерна, а также увеличению количества и массы клубеньков. Применение микробных препаратов при возделывании нута повысило урожайность изученных сортов во всех вариантах опыта. Максимальное число клубеньков с наибольшей массой формировалось в варианте с Ризоторфином штамм 527. При возделывании чины наибольшую эффективность показало применение для предпосевной обработки семян комплекса микробиологических препаратов (Микробиоком<sup>агро</sup>). При возделывании зерновых бобовых культур по чёрному пару отмечается полное отсутствие клубеньков на корнях растений чечевицы и сравнительно небольшое их количество у нута и чины, что, возможно, связано с преобладанием автотрофного типа питания с использованием легкодоступных форм азота над симбиотрофным. По озимой пшенице создаются лучшие условия для создания симбиотического аппарата и переходу на симбиотрофный тип питания атмосферным азотом. Под влиянием чего происходит накопление нитратного азота в почве. Биопрепараты, содержащие клубеньковые бактерии, усиливают эти процессы.*

**Ключевые слова:** чечевица, нут, чина, сорт, биопрепараты, урожайность, клубеньки, гидротермический коэффициент.

**Для цитирования:** Гурьев Г.П., Донская М.В., Донской М.М., Якубовская А.И., Каменева И.А., Зубоченко А.А. Влияние микробиологических препаратов и

предшественника на формирование симбиотического аппарата, урожайность и агрохимические показатели почвы при возделывании чечевицы, нута и чины. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2024; 1(49):10-18. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-1-10-18

## INFLUENCE OF MICROBIOLOGICAL PREPARATIONS AND FORECROP ON SYMBIOTIC APPARATUS FORMATION, YIELD AND AGROCHEMICAL SOIL PARAMETERS IN CULTIVATION OF LENTILS, CHICKPEAS AND GRASS PEA

G.P. Gur'ev, M.V. Donskaya, M.M. Donskoi, A.I. Yakubovskaya\*, I.A. Kameneva\*,  
A.A. Zubochenko\*

FSBSI FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS  
\*FSBIS RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE OF CRIMEA

**Abstract:** *The article presents the results of application of microbiological preparations based on new strains of rhizobia on the indicators of symbiotic activity, yield of lentil, chickpea and grass pea varieties and agrochemical soil parameters in the conditions of the Orel region. Trials were in 2021-2022 on fields of FSC of Legumes and Groat Crops. Experiments were laid for three crops (lentils, chickpea and grass pea) in the following variants: 1 - control (no treatment); 2 - inoculation of seeds before sowing with Rhizotorfin (strain 724 for lentils, strain 527 for chickpea, and strain 2803 for grass pea); 3 – pre-sowing seed treatment with Rizobin<sup>agro</sup> preparation; 4 – pre-sowing seed treatment with a complex of microbiological preparations Microbiocom<sup>agro</sup> (Rizobin<sup>agro</sup>, Fosfostim<sup>agro</sup> + Bioprofid<sup>agro</sup>). It was found that the most effective technique in lentil cultivation was pre-sowing inoculation of seeds with Rhizotorphin strain 724 and Rhizobin<sup>agro</sup>. These variants showed a stable tendency to increase grain yield, as well as an increase in the number and weight of nodules. The use of microbial preparations in chickpea cultivation increased the yield of the studied varieties in all variants of the experiment. The maximum number of nodules with the highest mass was formed in the variant with Rhizotorphin strain 527. When cultivating grass pea, the greatest effectiveness was shown by the use of a complex of microbiological preparations (Microbiocom<sup>agro</sup>) for pre-sowing seed treatment. When cultivating grain legumes in black fallow, there is a complete absence of nodules on the roots of lentil plants and a relatively small number of them in chickpeas and grass pea, which may be due to the predominance of the autotrophic type of nutrition using readily available forms of nitrogen over the symbiotrophic one. In winter wheat, better conditions are created for the creation of symbiotic apparatus and transition to symbiotrophic type of nutrition by atmospheric nitrogen. Under the influence of this, nitrate nitrogen accumulation in the soil occurs. Biological preparations containing nodule bacteria enhance these processes.*

**Keywords:** lentil, chickpea, grass pea, variety, biopreparations, yield, nodules, hydrothermal coefficient.

Зернобобовые культуры играют важную роль в получении растительного белка для продовольственных и кормовых целей, а также средообразующую роль в агроэкосистемах, обогащая почву азотом, улучшая ее структуру, повышая фитосанитарное состояние почв и посевов.

Чечевица – ценная продовольственная культура, выращивается более чем в 50 странах мира. Белки чечевицы легко усваиваются организмом человека. В состав ее белка входят почти все незаменимые аминокислоты, а также витамины группы В. Блюда из чечевицы, служат поставщиками основных витаминов и минералов, которые полностью усваиваются. Кроме того, зеленая масса, сено, мякина, солома чечевицы – хороший корм для животных. Чечевица обогащает почву азотом, углеродом и органическими веществами [1].

Нут – высокобелковая пищевая и кормовая зернобобовая культура, является диетическим продуктом питания, широко используется в хлебобулочной, кондитерской,

мукомольно-крупяной промышленности, народной медицине. В животноводстве в качестве высокобелкового концентрированного корма его применяют в составе кормосмесей, кормовых добавок. Нут включен в число стратегически важных и ценных зернобобовых культур, роль которых велика в устойчивом производстве продовольствия и здоровом питании. Преимущество нута по сравнению с другими зернобобовыми культурами и в том, что он более засухоустойчив, жаростойкий, технологичен и устойчив к вредителям и болезням [1].

Чина – культура многоцелевого значения. Ее используют для кормовых, продовольственных и технических целей. Чина является хорошим медоносным растением. Большое агротехническое значение имеет чина при посеве ее на зеленое удобрение. В районах с достаточным увлажнением, а также на поливных землях чина развивает большую зеленую массу, которая после заделки быстро минерализуется, обогащая почву азотом и другими элементами минерального питания растений [2].

При возделывании бобовых культур важное место занимают вопросы минерального питания. Особая роль принадлежит важнейшему элементу – азоту.

Количество симбиотически фиксированного азота и его доля в азотном балансе растений зависит от многих генетических и средовых факторов, в том числе и от вида растений. Реальные размеры азотфиксации в зависимости от условий могут сильно колебаться, а при неблагоприятных условиях азотфиксация может вообще отсутствовать. Наибольшей азотфиксирующей активностью обладает узколиственный и белый люпин, несколько меньшей – кормовые бобы, желтый люпин и соя. Промежуточное положение по размерам азотфиксации занимают чечевица и чина. Наиболее низкая азотфиксирующая способность у гороха, вики, фасоли и нута [3].

Существенную роль в привлечении в земледелии дополнительного количества биологического азота играют биологические препараты, основой которых являются клубеньковые и ассоциативные микроорганизмы, обеспечивающие повышение урожайности бобовых и зерновых культур. По данным полевых опытов с различными сельскохозяйственными культурами, выявлено положительное влияние биологических препаратов на рост и развитие растений, качество продукции. Действие их практически эквивалентно внесению под культуры  $N_{30-40}$ . При использовании биопрепаратов для инокуляции семян сельскохозяйственных культур, выращиваемых на фоне внесения удобрений, эффективность возрастает [4].

Важную роль на плодородие почвы и процесс симбиотической азотфиксации оказывает предшественник. Чем лучше почва обогащается органическим веществом благодаря пожнивным остаткам, тем значительно улучшается питание последующей культуры. Так, при разложении пожнивно-корневых остатков озимой пшеницы происходит иммобилизация минерального азота закрепленного в плазме целлюлозолитических микроорганизмов.

В случае использования чёрного или чистого пара как предшественника происходит существенное накопление нитратного азота (до 12,5 мг/кг почвы), а также  $P_2O_5$  (до 20,3 мг/кг почвы) и  $K_2O$  (до 9,3 мг/кг почвы) [5].

На увеличение содержания фосфора в паровых полях указывают и другие авторы [6, 7]. Причём за период парования на экстенсивном фоне химизации происходит увеличение содержания подвижного фосфора от весны (0,44 мг/кг почвы) к осени (0,53 мг/кг почвы) в интервале показателей средней обеспеченности [8].

Как правило, о содержании элементов питания в почве перед посевом последующей культуры севооборота хорошо известно, однако об изменении этих показателей в ходе вегетации, под влиянием той или иной культуры, вплоть до уборки практически неизвестно.

Зернобобовые культуры способствуют сохранению плодородия почвы, снижению объемов применения минеральных азотных удобрений, получению экологически чистой продукции. Все это делает их востребованными при всех формах собственности и одинаково необходимыми в любых природно-климатических условиях [9, 10].

**Цель исследований** – определение эффективности применения микробиологических препаратов по показателям симбиотической деятельности и урожайности сортов чечевицы, нута и чины, а также динамики агрохимических показателей почвы под влиянием микробных препаратов и предшественника в процессе вегетации этих культур.

#### **Материалы и методы исследований**

Исследования проводили на опытных полях ФНЦ ЗБК в 2021-2022 гг.

Опыты с чечевицей сорт Восточная закладывали в 2021 г. в полевом севообороте ФНЦЗБК на опытном поле лаборатории генетики и биотехнологии по чёрному пару, в 2022 г. в севообороте лаборатории агротехнологий и защиты растений по озимой пшенице. Опыты с нутом сорта Аватар и Краснокутский 123 и чиной сорт Славянка закладывали на опытном поле лаборатории генетики и биотехнологии по черному пару.

Схема опыта включала варианты: 1 – контроль (без обработок); 2 – инокуляция семян перед посевом препаратом Ризоторфин (для чечевицы штамм 724, для нута – 527, для чины – 2803); 3 – предпосевная обработка семян препаратом Ризобин<sup>агро</sup>; 4 – предпосевная обработка семян комплексом микробиологических препаратов Микробиоком<sup>агро</sup> (Ризобин<sup>агро</sup>, Фосфостим<sup>агро</sup> + Биопрофид<sup>агро</sup>). Микробиологические препараты были получены: Ризоторфин из ФГБНУ «ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии» (г. Санкт-Петербург), Ризобин<sup>агро</sup>, Микробиоком<sup>агро</sup> из ФГБУН «НИИСХ Крыма» (г. Симферополь).

Ризобин<sup>агро</sup> – микробный препарат на основе высокоэффективных и конкурентоспособных азотфиксирующих штаммов клубеньковых бактерий специфичных к определенному виду бобовых культур. Норма расхода 100 мл/га.

Микробиоком<sup>агро</sup> – микробный препарат, обладающий полифункциональными свойствами за счет входящих в его состав препаратов Ризобин<sup>агро</sup>, Азостим<sup>агро</sup>, Фосфостим<sup>агро</sup>, Биопрофид<sup>агро</sup>. Способствует оптимизации азотного и фосфорного питания растений, обеспечивает защиту от корневых гнилей, улучшает качество продукции. Норма расхода 100 мл/га.

Метод размещения вариантов в полевом опыте систематический, повторность четырехкратная. Площадь делянки 8,25 м<sup>2</sup>, в опыте с чечевицей 8,25 м<sup>2</sup> и 13,95 м<sup>2</sup> в зависимости от года. Посев сеялкой СКС-6-10 рядовым способом с шириной междурядий 15 см при норме высева чечевицы 2,5 млн. всхожих семян, нута 0,8 млн. всх. семян, чины – 1,2 млн. всх. семян на 1 га.

Агротехника под культуры общепринятая для региона. Инокуляция семян микробиологическими препаратами в день посева влажным способом по рекомендациям, предложенным производителями. Уборка по мере созревания малогабаритным комбайном САМПО-130.

Закладку полевых опытов, сопутствующие наблюдения, учеты и анализы проводили согласно методике полевого опыта (Доспехов, 1985). Определение показателей симбиотической активности проводили по методике изучения биологической фиксации азота воздуха (Посыпанов, 1991). Статистическую обработку данных проводили на персональном компьютере в приложении Microsoft Office Excel 2010.

Почва опытных участков ФНЦ ЗБК темно-серая лесная, средней окультуренности. Агрохимические анализы почвы выполнены в лаборатории агрохимических исследований НИИСХ Крыма по методу Кирсанова и ГОСТАМ 26951-86, 26205-91, 26207-84. Оценку обеспеченности почв элементами питания (мг/100 г почвы, в среднем слое 0-40 см) проводили по методу Кирсанова.

Климат района расположения ФНЦ ЗБК характеризуется как умеренно-континентальный со среднегодовой температурой + 8,3°C и среднегодовым количеством осадков 520-630 мм. Следует отметить, что в последние годы климат имеет тенденцию к сдвигу в сторону аридного. 2021 и 2022 годы отличались неравномерностью выпадения осадков в течение периода вегетации и характеризовались 2021 г. как засушливый (ГТК = 0,8); 2022 г. как слабо засушливый (ГТК=1,1).

ГТК на период формирования клубеньков (конец мая - начало июня) составил в 2021 г. – 0,49 (сильная засушливость), в 2022 г. – 0,92 (засушливость).

### Результаты и их обсуждение

Рассматривая влияние микробиологических препаратов на процесс клубенькообразования и урожайность чечевицы сорта Восточная необходимо отметить, что в 2022 году урожайность зерна чечевицы была значительно выше, чем в 2021 году (табл. 1). Наибольшая урожайность в 2021 году отмечена в варианте с применением Ризобин<sup>агро</sup> – 1,15 т/га, в 2022 г. в варианте с предпосевной инокуляцией семян Ризоторфином шт. 724 – 2,62 т/га.

В 2021 г. формирование клубеньков происходило в условиях почвенной и воздушной засухи, что негативно отразилось на процессе клубенькообразования, и в период отбора проб клубеньки на корнях растений чечевицы полностью отсутствовали. В 2022 году клубеньков на корнях насчитывалось от 30 до 45 шт./раст. Максимальное число клубеньков с наибольшей массой было в варианте с Ризоторфином.

Таблица 1

**Влияние биопрепаратов на клубенькообразование (начало цветения) и урожайность чечевицы сорта Восточная на разных предшественниках**

Вариант	2021 г.			2022 г.		
	предшественник – чёрный пар			предшественник – озимая пшеница		
	Число клубеньков /растение	Масса клубеньков, мг/растение	Урожайность, т/га	Число клубеньков /растение	Масса клубеньков, мг/растение	Урожайность, т/га
Контроль	0	0	1,07	30	40	2,39
Ризоторфин штамм 724	0	0	1,05	45	50	2,62
Ризобин <sup>агро</sup>	0	0	1,15	37	35	2,56
Микробиоком <sup>агро</sup>	0	0	1,05	30	40	2,24
HCP <sub>05</sub>	-	-	0,11	-	-	0,22

У нута и чины урожайность зерна в 2021 году была выше, чем в 2022, т.к. эти культуры более засухоустойчивые, чем чечевица (таблица 2). 2022 год был менее благоприятным для нута, дождливая и прохладная погода во второй половине вегетации привела к значительным потерям урожая. Применение микробиологических препаратов способствовало повышению урожайности зерна у сортов нута, наибольшие значения отмечались в 2021 году в варианте с применением Микробиоком<sup>агро</sup> – 3,42-3,62 т/га, в 2022 году в варианте с Ризоторфином – 0,85-1,49 т/га. У чины урожайность превысила контроль в 2022 году в варианте с применением Микробиоком<sup>агро</sup>, прибавка составила 0,25 т/га.

Необходимо отметить, что клубеньки на корнях растений нута и чины формировались во всех вариантах опыта. Однако, в контрольных вариантах они отличались небольшим размером, серой или бледно-розовой окраской и располагались, главным образом, на боковых корнях, что свидетельствует об их низкой активности. В более ранних исследованиях мы отмечали отсутствие клубеньков на корнях растений нута в вариантах без инокуляции, однако после нескольких лет возделывания в почве на полях ФНЦ ЗБК могли сформироваться популяции клубеньковых бактерий, специфичных для данной культуры.

Предположительно помимо засухи на процесс формирования клубеньков негативно повлиял посев чечевицы (в 2021 г.), чины и нута по чёрному пару как предшественнику. При использовании в этом качестве чёрного пара меняются агрофизические и агрохимические показатели почвы, повышается содержание подвижных форм азота и органических соединений, что может угнетать нодуляцию у бобовых растений, а, следовательно, снижать и биологическую азотфиксацию. Так у сортов гороха при выращивании по черному пару клубеньки не формировались, чему также способствовали и неблагоприятные условия (высокая температура, недостаток влаги) [11].

Таблица 2

**Влияние биопрепаратов на клубенькообразование (бутонизация - цветение) и урожайность чины и нута**

Вариант	2021 г.			2022 г.		
	Число клубеньков /растение	Масса клубеньков, мг/растение	Урожайность, т/га	Число клубеньков, /растение	Масса клубеньков, мг/растение	Урожайность, т/га
<b>Нут</b>						
Сорт Аватар						
Контроль	3	34	3,52	4	42	0,52
Ризоторфин штамм 527	14	78	3,50	8	57	1,49
Ризобин <sup>агро</sup>	5	45	3,62	5	49	0,83
Микробиоком <sup>агр</sup>	2	35	3,62	3	34	0,72
НСР <sub>05</sub>	-	-	0,38	-	-	0,68
Сорт Краснокутский 123						
Контроль	3	37	3,15	2	24	0,52
Ризоторфин штамм 527	13	62	3,40	5	49	0,85
Ризобин <sup>агро</sup>	4	38	3,32	3	24	0,64
Микробиоком <sup>агр</sup>	5	49	3,42	3	26	0,76
НСР <sub>05</sub>	-	-	0,31	-	-	0,57
<b>Чина Сорт Славянка</b>						
Контроль	1	2	2,25	9	17	2,07
Ризоторфин штамм 2803	6	8	2,22	7	14	1,94
Ризобин <sup>агро</sup>	3	4	2,25	4	9	2,05
Микробиоком <sup>агр</sup>	4	3	2,22	6	10	2,32
НСР <sub>05</sub>	-	-	0,24	-	-	0,52

Агрохимический анализ почвы в годы проведения исследований на опытном участке перед посевом чечевицы показал, что степень обеспеченности их элементами питания (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O) можно считать оптимальной. После черного пара в почве несколько возрастает содержание подвижного фосфора и снижается содержание обменного калия по сравнению с озимой пшеницей в качестве предшественника (таблица 3). По чёрному пару резко возрастает количество нитратного азота в почве до 2,69 мг/100 г почвы.

Таблица 3

**Основные агрохимические показатели почвы при возделывании чечевицы сорта Восточная под влиянием биопрепаратов и предшественника**

Вариант	2021 г. предшественник – чёрный пар				2022 г. предшественник – оз. пшеница			
	рН сол.	N-NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	рН сол.	N-NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
		мг/100 г почвы				мг/100 г почвы		
До посева (1 контроль)	5,15	2,69	21,1	13,6	5,68	0,28	20,7	17,2
После уборки (2 контроль)	5,28	0,78	22,5	17,0	5,94	0,42	23,8	21,6
Ризобин <sup>агро</sup> (после уборки)	5,35	0,84	22,9	15,7	5,65	0,52	21,2	17,6
Микробиоком <sup>агро</sup> (после уборки)	5,12	0,69	23,7	16,1	5,68	0,51	21,9	16,8

При возделывании чечевицы вне зависимости от предшественника произошло незначительное раскисление почвы, которое может быть снято Микробиоком<sup>агро</sup>. В 2021 году

по чёрному пару произошло увеличение подвижных форм фосфора и калия. В 2022 году по озимой пшенице это увеличение было нивелировано только по калию в вариантах с биопрепаратами. В опытах по чёрному пару произошло резкое (в 2-3 раза) уменьшение содержания в почве нитратного азота от 2,69 мг/100 г почвы до 0,69 мг/100 почвы. По озимой пшенице наоборот отмечено значительное его увеличение, усиленное влиянием биопрепаратов от 0,28 мг/100 г почвы до 0,52 мг/100 г почвы. Объяснение этому, с нашей точки зрения, следует искать в переходе растений с одного типа питания азотом на другой. Возможно, что по чёрному пару, в условиях слабой симбиотической азотфиксации, или её полного отсутствия, преобладает автотрофный тип питания с использованием легкодоступных форм азота, а по озимой пшенице при наличии в почве значительного количества органических материалов создаются условия для создания симбиотического аппарата и частичному (иногда значительному) переходу на симбиотрофный тип питания атмосферным азотом. В этих условиях и происходит накопление нитратного азота, биопрепараты усиливают эти процессы.

Оценка обеспеченности почв элементами питания показала, что на опытном участке перед посевом нута и чины в 2021 г. содержание P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> оценивалось как оптимальное, K<sub>2</sub>O – как среднее; в 2022 г. содержание P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O оценивалось как высокое (табл. 4).

Таблица 4

**Влияние биопрепаратов на изменение основных агрохимических показателей почвы при возделывании нута и чины**

Вариант	2021 г.				2022 г.			
	рН сол.	N-NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	рН сол.	N-NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
		мг/100 г почвы				мг/100 г почвы		
<b>Нут</b>								
До посева (1 контроль)	5,37	2,14	19,18	11,87	5,72	0,56	51,9	19,9
После уборки (2 контроль)	5,85	0,36	20,50	13,57	5,95	0,93	69,1	16,8
Ризобин <sup>агро</sup> (после уборки)	5,75	0,40	20,02	14,84	6,01	1,62	49,7	22,1
Микробиоком <sup>агро</sup> (после уборки)	5,60	0,35	21,35	13,99	5,74	1,32	77,1	18,1
<b>Чина</b>								
До посева (1 контроль)	5,37	2,14	19,18	11,87	5,72	0,56	51,9	19,9
После уборки (2 контроль)	5,44	0,35	19,58	12,72	5,93	2,24	63,8	19,9
Ризобин <sup>агро</sup> (после уборки)	5,44	0,40	18,29	11,89	5,66	2,24	79,2	22,1
Микробиоком <sup>агро</sup> (после уборки)	5,52	0,34	18,96	13,57	5,88	1,07	94,5	19,0

При возделывании нута по черному пару в 2021 году наблюдалась аналогичная картина как по чечевице: подкисление почвы, значительное снижение в почве нитратного азота от 2,14 мг/100 г почвы до 0,35 мг/100 г почвы, резкое увеличение содержания подвижного фосфора и обменного калия. В 2022 году наоборот наблюдалось увеличение нитратного азота в почве, максимальное от 0,56 мг/100 г почвы перед посевом до 1,62 мг/100 г почвы после уборки в варианте с применением Ризобин<sup>агро</sup>. Содержание подвижных форм фосфора увеличилось во всех вариантах, кроме Ризобин<sup>агро</sup>, обменного калия наоборот снизилось во всех вариантах, кроме Ризобин<sup>агро</sup>.

В процессе возделывания чины в 2021 году произошло снижение в почве нитратного азота от 2,14 мг/100 г почвы до 0,34 мг/100 г почвы в варианте с Микробиоком<sup>агро</sup>, а также снижение подвижного фосфора в вариантах с применением микробных препаратов, содержание калия увеличилось. В 2022 году содержание нитратного азота увеличилось от

0,56 мг/100 г почвы до 2,24 мг/100 г почвы, возросло содержание подвижного фосфора в почве, максимально до 94,5 мг/100 почвы в варианте с Микробиоком<sup>агро</sup>, содержание доступного калия увеличилось только в варианте с Ризобин<sup>агро</sup>.

Как уже отмечалось выше, уменьшение содержания подвижных форм азота после уборки культур косвенно указывает на преобладание автотрофного типа азотного питания растений над симбиотрофным, что характерно для возделывания культур по черному пару в качестве предшественника. В 2022 году наблюдалось накопление нитратного азота в почве в процессе возделывания нута и чины, несмотря на то, что предшественник так же был черный пар. Возможно, это связано с высокой симбиотической активностью, усиленной деятельностью микробиологических препаратов. Разница же данных по содержанию подвижных форм фосфора и калия по годам и культурам, возможно, обусловлена доминирующими потребностями культур в том или ином элементе питания в различные фазы вегетации в конкретных почвенных условиях. Особенности накопления подвижных форм фосфора в почве могут быть взаимосвязаны и с действием Микробиоком<sup>агро</sup>, в состав которого включены фосфатмобилизующие микроорганизмы.

### Заключение

В результате проведенных исследований установлено, что эффективность применения микробиологических препаратов на основе азотфиксирующих клубеньковых бактерий зависит от погодных и почвенных условий в период формирования симбиотического аппарата, от предшественника и биологических особенностей самой культуры.

Наиболее эффективным приемом при возделывании чечевицы была предпосевная инокуляция семян Ризоторфином штамм 724 и Ризобин<sup>агро</sup>. В этих вариантах проявилась устойчивая тенденция к повышению урожая зерна, а также увеличению количества и массы клубеньков.

Применение микробных препаратов при возделывании нута повышало урожайность изученных сортов во всех вариантах опыта. Максимальное число клубеньков и их масса формировались в варианте с Ризоторфином штамм 527.

При возделывании чины наибольшую эффективность показало применение для предпосевной обработки семян комплекса микробиологических препаратов (Микробиоком<sup>агро</sup>).

При возделывании зернобобовых культур по черному пару наблюдается снижение содержания нитратного азота в почве, что предположительно связано с преобладанием автотрофного типа питания с использованием легкодоступных форм азота над симбиотрофным. По озимой пшенице создаются лучшие условия для создания симбиотического аппарата и перехода растений на симбиотрофный тип питания атмосферным азотом. Под влиянием чего происходит накопление нитратного азота. Биопрепараты на основе клубеньковых бактерий усиливают эти процессы.

По черному пару также отмечается существенное увеличение подвижных форм фосфора и калия. Однако эта тенденция носит факультативный характер, в определенной мере обусловленный потребностями культуры в том или ином элементе питания в различные фазы вегетации, а также применением Микробиоком<sup>агро</sup>, в состав которого включены фосфатмобилизующие микроорганизмы, повышающие доступность элементов минерального питания растений.

### Литература

1. Зотиков В.И., Полухин А.А., Грядунова Н.В., Сидоренко В.С., Хмызова Н.Г. 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
2. Донская М.В., Донской М.М., Наумкин В.П. Рекомендации по возделыванию чины посевной. – Орел: Картуш, – 2022. – 32 с.
3. Васильчиков А.Г. Сравнительная оценка размеров симбиотической азотфиксации зернобобовых культур // Земледелие, – 2014. – № 4. – С. 8-11.

4. Тихонович И.А., Завалин А.А. Перспективы использования азотфиксирующих и фитостимулирующих микроорганизмов для повышения эффективности агропромышленного комплекса и улучшения агроэкологической ситуации в РФ // *Плодородие*, – 2016. – № 5. – С. 28-32.
5. Турусов В.И., Богатых О.А., Дронова Н.В., Балунова В.А. Изменение агрохимических свойств почвы и водного режима в зависимости от предшественников озимой пшеницы в условиях юго-востока Центрально-Чернозёмной зоны // *Научно-агрономический журнал*, – 2019. – № 3 (106). – С.10-12. DOI: 10.24411/0044-3913-2021-10202
6. Бурлакова Л.М. Плодородие Алтайских чернозёмов в системе агроценоза. // Новосибирск: Наука, – 1984. – 233 с.
7. Антипина Л.П. Оптимизация фосфатного режима почв Новосибирской области. Методические рекомендации. – Новосибирск, 1990. - 21 с.
8. Синещёков В.Е., Крупская В.Н. Содержание подвижного фосфора в почве в зернопаровом севообороте при уровне химизации в лесостепи Новосибирского Приобья // *Агрохимия*, – 2020. – № 10. – С. 3-8. DOI: 10.31857/S0002188120100129
9. Зотиков В.И., Наумкина Т.С., Грядунова Н.В., Сидоренко В.С., Наумкин В.В. Зернобобовые культуры – важный фактор устойчивого экологически ориентированного сельского хозяйства // *Зернобобовые и крупяные культуры*, – 2016. – № 1 (17). – С. 6-13.
10. 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
11. Гурьев Г.П. Влияние предшественника на симбиотическую азотфиксацию у гороха // *Зернобобовые и крупяные культуры*, – 2015. – № 1 (13). – С. 34-38.

#### References

1. Zotikov V.I., Polukhin A.A., Gryadunova N.V., Sidorenko V.S., Khmyzova N.G. Development of leguminous 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 (In Russian)
2. Donskaya M.V., Donskoi M.M., Naumkin V.P. Recommendations for cultivation of grass pea. - Orel: Kartush Publ., 2022. - 32 p. (In Russian)
3. Vasil'chikov A.G. Comparative evaluation of the size of symbiotic nitrogen fixation of grain legumes // *Zemledelie*, 2014. - no. 4. - Pp. 8-11. (In Russian)
4. Tikhonovich I.A., Zavalin A.A. Prospects for the use of nitrogen-fixing and phyto-stimulating microorganisms to increase the efficiency of the agro-industrial complex and improve the agro-ecological situation in the Russian Federation // *Plodorodie*, 2016. - no. 5. - Pp. 28-32. (In Russian)
5. Turusov V.I., Bogatykh O.A., Dronova N.V., Balyunova V.A. Change of soil agrochemical properties and water regime depending on winter wheat forecrops in conditions of the south-east of the Central Chernozem zone // *Nauchno-agronomicheskii zhurnal*, 2019. - no. 3 (106). - Pp.10-12. DOI: 10.24411/0044-3913-2021-10202 (In Russian)
6. Burlakova L.M. Fertility of Altai chernozems in the system of agrocenosis. - Novosibirsk: Nauka, 1984. - 233 p. (In Russian)
7. Antipina L.P. Optimization of phosphate regime of soils in the Novosibirsk region. Methodical Recommendations. - Novosibirsk, 1990. - 21p. (In Russian)
8. Sineshchekov V.E., Krupskaya V.N. Content of mobile phosphorus in soil in grain and fallow crop rotation at the level of chemicalization in the forest-steppe of the Novosibirsk Priobie region // *Agrokhimiya*, 2020. - no. 10. - Pp. 3-8. DOI: 10.31857/S0002188120100129 (In Russian)
9. Zotikov V.I., Naumkina T.S., Gryadunova N.V., Sidorenko V.S., Naumkin V.V. Grain legumes - an important factor for sustainable ecologically oriented agriculture // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2016. - no. 1(17). - Pp. 6-13. (In Russian)
10. Zotikov V.I. Domestic breeding of leguminous and cereal crops // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2020. - no. 3(35). - Pp. 12-19. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11179
11. Gur'ev G.P. Effect of forecrop on symbiotic nitrogen fixation in peas // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2015. - no. 1 (13). - Pp. 34-38. (In Russian)

## ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РАСТЕНИЙ НУТА (*CICER ARIETINUM*) И ЕГО МИКРОСИМБИОНТОВ (*MESORHIZOBIUM* sp.)

**О.Г. ВОЛОБУЕВА**, доктор сельскохозяйственных наук

ORCID ID 0000-0002-5422-0792, E-mail: ovolobueva@list.ru

**М.Ф. КРЫЛОВА**, аспирантка кафедры микробиологии и иммунологии,

E-mail: mari-masalova@yandex.ru

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ – МОСКОВСКАЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ ИМЕНИ К.А.ТИМИРЯЗЕВА

*В условиях лабораторного опыта с растениями нута сортов Золотой Юбилей, Аватар, Краснокутский 36, Приво изучено взаимодействие с различными штаммами рода Mesorhizobium – 039, 065, 068, 520, 527, 1305, А-44. Произведена сравнительная оценка фенотипических характеристик нута в т.ч. количества клубеньков, выделена и проанализирована методом saAFLP тотальная ДНК клубеньков. Наибольшее количество клубеньков у растений нута сорта Золотой Юбилей образовано при инокуляции штаммами 039 и 520; у сорта Краснокутский 36 при инокуляции штаммами 065, 520 и А-44, у сорта Приво при инокуляции штаммами 065, 068 и 1305. Выявлены наиболее эффективные пары «сорт-штамм». Штамм Mesorhizobium ciceri 039 преобладает в большинстве клубеньков на корнях растений всех исследуемых сортов, что позволяет рекомендовать данный штамм (генотип) в качестве основы биопрепарата для предпосевной обработки семян растений нута.*

**Ключевые слова:** нут, сорт, штамм, *Mesorhizobium*, симбиоз, биопрепараты.

**Для цитирования:** Волобуева О.Г., Крылова М.Ф. Изучение особенностей взаимодействия растений нута (*Cicer arietinum*) и его микросимбионтов (*Mesorhizobium* sp.). *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2024; 1(49):19-27. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-1-19-27

## STUDYING THE INTERACTION FEATURES OF CHICKPEA PLANTS (*CICER ARIETINUM*) AND ITS MICROSymbionT (*MESORHIZOBIUM* sp.)

**O.G.Volobueva, M.F.Krylova**

RUSSIAN STATE AGRARIAN UNIVERSITY – MOSCOW TIMIRYAZEV  
AGRICULTURAL ACADEMY

**Abstract:** *In the conditions of laboratory experiment with chickpea plants of the varieties Golden Jubilee, Avatar, Krasnokutsky 36, the interaction with various strains of the genus Mesorhizobium was studied – 039, 065, 068, 520, 527, 1305, A-44. A comparative assessment of the phenotypic characteristics of chickpeas, including the number of nodules, was made, the total DNA of nodules was isolated and analyzed by the saAFLP method. The largest number of nodules in chickpea plants of the Golden Jubilee variety was formed during inoculation with strains 039 and 520; in the variety Krasnokutsky 36 when inoculated with strains 065, 520 and A-44, in the Privo variety when inoculated with strains 065, 068 and 1305. The most effective "variety-strain" pairs have been identified. The strain Mesorhizobium ciceri 039 prevails in most nodules on the roots of plants of all studied varieties, which allows us to recommend this strain (genotype) as the basis of a biological preparation for pre-sowing treatment of chickpea seeds.*

**Keywords:** chickpeas, variety, strain, *Mesorhizobium*, symbiosis, biologics.

### Введение

Взаимодействие растений нута с клубеньковыми бактериями имеет большое значение для их развития, поскольку обеспечивает растение соответствующим питанием, физиологически активными веществами, защиту от патогенов и адаптацию к стрессам [1, 2]. В настоящее время в сельском хозяйстве, функционирующем в условиях сокращения использования минеральных форм удобрений, большое внимание уделяется проблеме экологического земледелия и поиску новых альтернативных источников [3, 4]. Одним из способов решения этой проблемы является применение микробных полифункциональных биопрепаратов. Биопрепараты на основе клубеньковых бактерий имеют большое практическое значение при выращивании зернобобовых культур и играют важную роль в создании альтернативы минеральным удобрениям и пестицидам [5, 6]. Поскольку нут является важной кормовой и пищевой бобовой культурой, широко распространенной не только за рубежом, но и в России, изучение взаимодействий данной культуры с потенциальными компонентами микробных полифункциональных биопрепаратов является актуальной и важной задачей.

**Цель работы** – оценка симбиотического потенциала нута (*Cicer arietinum*) и штаммов его микросимбионтов (*Mesorhizobium sp.*).

### Материалы и методика исследований

Объектами исследования были растения нута сортов Аватар, Золотой Юбилей, Приво, Краснокутский 36, а также семь бактериальных штаммов: 039, 065, 068, 520, 527, 1305, А-44, относящиеся к роду *Mesorhizobium*.

Исследования проведены в условиях лабораторного опыта в климатической камере. Растения выращивали в небольших полиэтиленовых сосудах. В качестве субстрата использовали предварительно простерилизованный увлажненный вермикулит, забитый в пластиковые сосуды с поддонами. Семена нута перед инокуляцией обрабатывали 90% раствором этанола в течение 3 мин., для предотвращения грибковой инфекции, далее промывали дистиллированной водой и просушивали. Обработка препаратами клубеньковых бактерий проводилась в объеме 0,02 мл на одно семя. После сосуды помещали в климатические камеры с искусственным светодиодным освещением с целью создания благоприятных условий для прорастания и поддержания температуры +26...30°C. Длительность опыта составила 30 дней.

**Схема опыта:** 1 вариант – контроль (без обработки) – К<sup>-</sup>; 2 вариант – обработка семян штаммом 1305; 3 вариант – обработка семян штаммом 068; 4 вариант – обработка семян штаммом 039; 5 вариант – обработка семян штаммом 527; 6 вариант – обработка семян штаммом 520; 7 вариант – обработка семян штаммом 065; 8 вариант – обработка семян штаммом А-44; 9 вариант – обработка смесью препаратов всех вышеперечисленных штаммов – К<sup>+</sup>. Повторность опыта двукратная. В результате исследований проводили оценку штамм-сортовой специфичности, учитывая такие фенотипические показатели как высота растения, масса надземной части и корневой системы, количество образованных клубеньков; проводили выделение тотальной ДНК клубеньков, предварительно приготовив рабочие растворы инокулятов и проведя проверочный электрофоретический анализ (проверка качества ДНК), далее осуществлен метод ПЦР (полимеразная цепная реакция) и электрофоретический анализ, статистическая обработка материала осуществлялась с использованием программы Statistica for Microsoft Windows.

### Результаты исследований и их обсуждение

В результате проведенных исследований по оценки штамм-сортовой специфичности бобово-ризобияльного симбиоза установлено различие между вариантами с инокуляцией и без неё, различия между вариантами в пределах одного сорта. Все анализируемые штаммы образовывали клубеньки на исследуемых сортах нута (Nod<sup>+</sup>), при этом в вариантах без предпосевной обработки семян инокулятами, клубеньков не выявлено (табл. 1).

Оценка количества клубеньков при моноинокуляции и совместной инокуляции показала, что при совместной инокуляции количество клубеньков у всех сортов больше, чем при моноинокуляции (рис. 1).

Таблица 1

**Результаты измерений фенотипических характеристик нута**

Сорт	Вариант	Высота, см	Масса зеленой части, г	Масса корневой системы, г	∑ масс, г	Количество клубеньков, шт/раст
Золотой Юбилей	К <sup>-</sup> - контроль	14,6±2,1	1,41±0,13	4,37±0,42	5,77±0,55	0±0
	Штамм 1305	14,7±1,7	1,07±0,1	4,87±0,75	5,94±0,85	<b>19±4</b>
	Штамм 068	16±0,5	0,89±0,23	5,52±0,18	6,4±0,06	13±1
	Штамм 039	14,2±1,2	1,02±0,66	3,91±1,34	4,93±2	<b>21±9</b>
	Штамм 527	13,4±1,5	1,09±0,21	3,96±1	5,05±1,21	<b>25±6</b>
	Штамм 520	13±2,8	0,54±0,11	3,19±0,13	3,73±0,02	7±3
	Штамм 065	12,8±1,1	0,97±0,35	4,14±0,57	5,11±0,92	9±1
	Штамм А-44	14,3±1,4	0,79±0,11	2,96±0,32	3,75±0,21	6±1
	К <sup>+</sup>	15,7±0,8	1,38±0,25	4,81±1,15	6,18±1,4	<b>23±6</b>
Аватар	К <sup>-</sup> - контроль	13±1,4	1,04±0,21	4,84±1,63	5,87±1,84	0±0
	Штамм 1305	15,3±1,8	1,24±0,04	3,83±0,53	5,06±0,49	11±5
	Штамм 068	14,3±1,6	0,87±0,1	3,18±0,68	4,05±0,78	14±4
	Штамм 039	12,5±1,3	1,06±0,21	3,38±0,42	4,44±0,63	<b>25±6</b>
	Штамм 527	16±2,3	0,98±0,01	3,41±0,47	4,39±0,49	15±1
	Штамм 520	15,6±1,6	1,43±0,11	4,35±0,66	5,78±0,77	12±0
	Штамм 065	15,6±2,6	1,04±0,28	2,72±0,86	3,76±1,15	12±4
	Штамм А-44	9,9±1,3	0,57±0,21	1,87±0,52	2,44±0,73	6±2
	К <sup>+</sup>	13,5±0,7	1,45±0,22	4,86±0,41	6,31±0,63	<b>30±5</b>
Краснокутский 36	К <sup>-</sup> - контроль	15,5±0,7	0,94±0,52	4,05±1,68	4,98±2,19	0±0
	Штамм 1305	16±1,8	1,28±0,03	5,09±0,04	6,37±0,07	11±3
	Штамм 068	14,6±1,3	1,14±0,19	3,87±0,62	5±0,81	17±1
	Штамм 039	14,8±3,3	1,32±0,02	5,9±0,45	7,22±0,47	14±3
	Штамм 527	14,3±3,6	0,96±0,6	4,13±2,65	5,08±3,25	15±6
	Штамм 520	13,7±3,7	1,18±0,01	5,62±0,41	6,8±0,42	<b>13±2</b>
	Штамм 065	15,3±1,6	1,1±0,28	4,61±1,29	5,71±1,57	16±2
	Штамм А-44	14,7±0,6	0,87±0,23	4,38±1,9	5,24±2,14	<b>15±5</b>
	К <sup>+</sup>	15,5±0,7	1,53±0,08	4,88±0,39	6,41±0,3	<b>29±1</b>
Приво	К <sup>-</sup> - контроль	20,5±2,1	1,84±0,23	5,76±0,4	7,6±0,17	0±0
	Штамм 1305	14,3±3	1,06±0,12	4,07±0,82	5,13±0,94	18±4
	Штамм 068	13,8±1,1	1,12±0,41	4,59±2,67	5,71±3,08	<b>19±5</b>
	Штамм 039	12,5±2,1	0,93±0,05	3,15±0,18	4,08±0,23	<b>19±9</b>
	Штамм 527	13,3±1,1	1,15±0,13	2,53±1,32	3,67±1,46	4±1
	Штамм 520	13,9±3	0,86±0,51	4,14±1,65	5±2,16	10±2
	Штамм 065	14,9±1,6	1,15±0,16	4,37±1,68	5,52±1,83	<b>17±6</b>
	Штамм А-44	14,2±1,1	0,91±0,53	2,58±1,42	3,48±1,95	7±2
	К <sup>+</sup>	19±4,2	1,49±0,16	5,74±2,26	7,23±2,41	13±3

Примечание: К<sup>-</sup> – контроль, без обработки семян, К<sup>+</sup> - обработка семян смесью всех штаммов

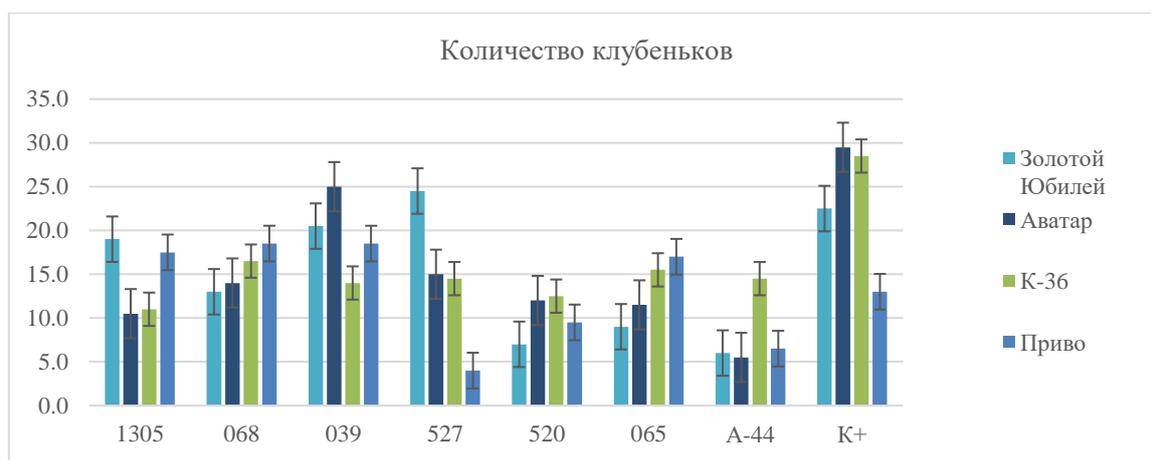


Рис. 1. Сравнительная оценка количества клубеньков

Различия между количеством клубеньков в одном варианте у разных сортов характеризует их специфичность к тем или иным штаммам *Mesorhizobium ciceri*, что позволяет говорить о сорт-штаммовой специфичности данных растительно-микробных взаимодействий. Наибольшее количество клубеньков у сорта нута Золотой Юбилей наблюдалось при обработке штаммами 039, 527 и 1305, у сорта Аватар – штаммами 039, у сорта Краснокутский 36 (К-36) – штаммом 520 и А-44, а у сорта Приво – штаммами 065 и 068. В варианте с обработкой всеми штаммами (K<sup>+</sup>) у всех растений образовывались клубеньки, что вероятно связано с синергическим эффектом, возникающим при обработке семян бобовых растений смесью нескольких штаммов *Mesorhizobium sp.*

Анализ высоты растений (рис. 2) не выявил статистически достоверных различий, однако в контроле отмечается значительная прибавка у сорта Приво. В варианте с обработкой штаммом А-44 наблюдается снижение высоты, по сравнению с другими растениями сорта Аватар и в этом варианте также отмечено наименьшее число клубеньков. Вероятно, это связано с проявлениями антагонизма растения и бактерий этого штамма.

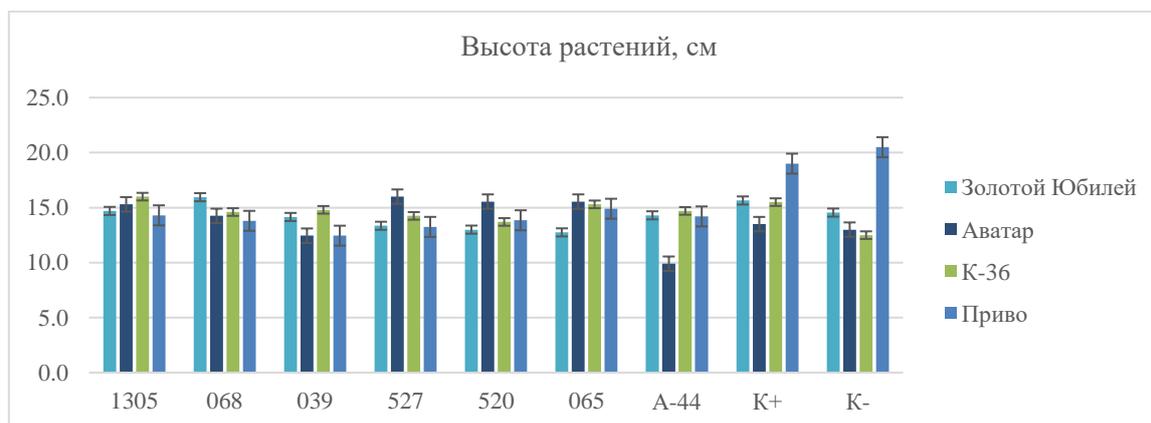
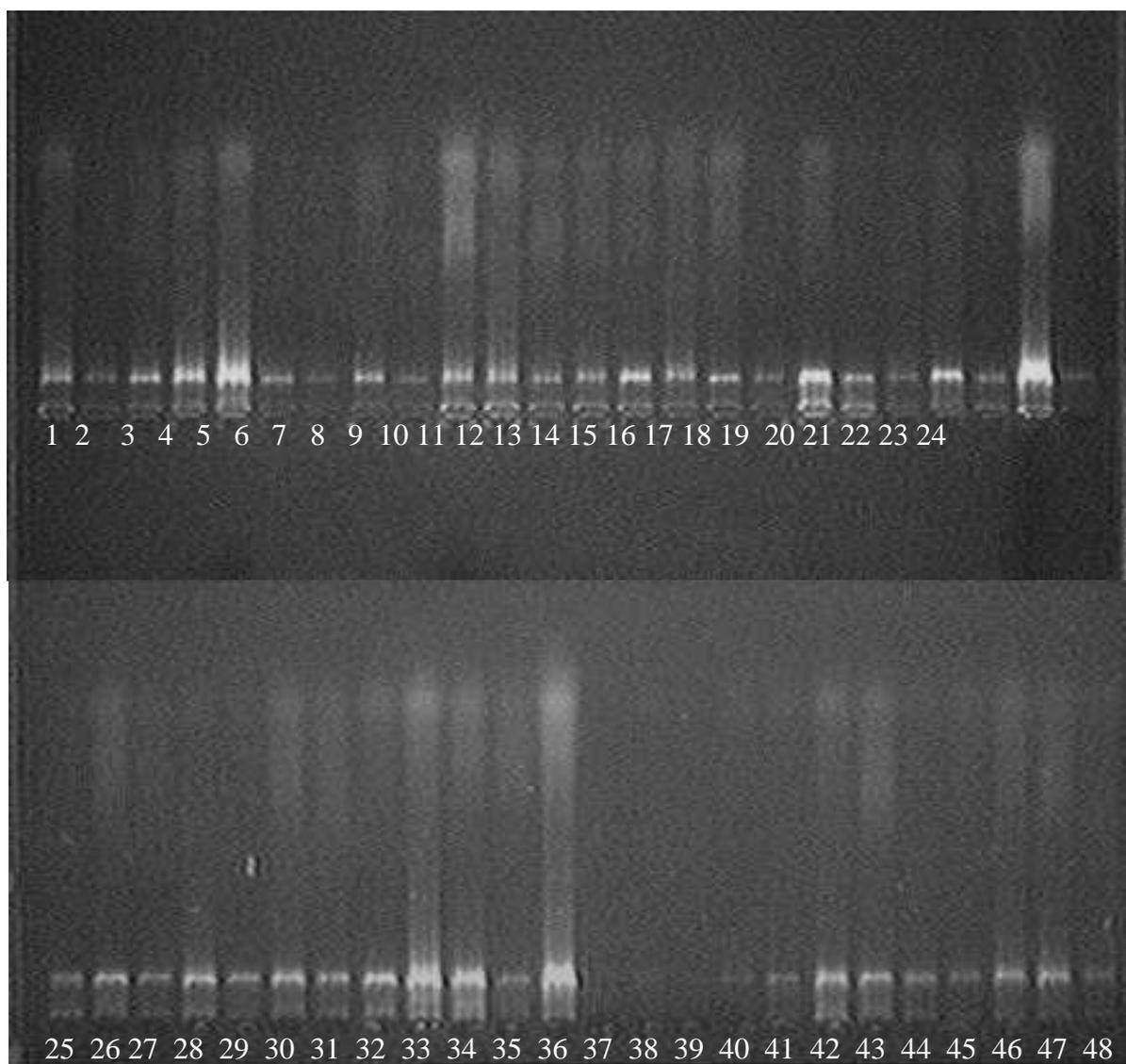


Рис. 2. Сравнительная оценка высоты растений нута

Анализ оценки биомассы растений нута показал прибавку при обработке всеми штаммами, по сравнению с контролем, кроме сорта Приво. Сорта Аватар и Краснокутский 36 показали прибавку биомассы, различающуюся по вариантам, что свидетельствует об их избирательности, специфичности по отношению к разным выбранным штаммам. Наибольшая прибавка биомассы отмечена у сорта Аватар при обработке инокулятом штамма 520, а у сорта Краснокутский 36 при обработке инокулятом штамма 039. Инокуляция штаммом А-44 не привела к прибавке биомассы ни на одном из сортов растений нута.

ДНК клубеньков была выделена из 12 клубеньков в варианте опыта с контролем для каждого сорта. После выделения ДНК клубеньков был проведен проверочный электрофоретический анализ. Его результаты представлены на рисунке 3.



*Рис. 3. Результат проверочного электрофореза тотальной ДНК клубеньков  
1-12 – Золотой Юбилей, 13-24 – Аватар, 24-36 – Краснокутский 36, 37-48 – Приво*

После проверки ДНК был проведен анализ полиморфизма длин амплифицированных фрагментов AFLP с одним адаптером (эндонуклеаза рестрикции *XmaI*). Посредством электрофореза в агарозном геле распределены сайты рестрикции эндонуклеаз и получены отпечатки (фингерпринты) нескольких генетических признаков, отражающих структуру генома и позволяющих осуществлять поиск вид-специфичных маркеров для дальнейшей идентификации бактерий.

Принадлежность фингерпринтов клубенек-образующих единиц (КлОЕ) к тому или иному штамму устанавливалась на основе сравнения с представленными на рисунке 4 данными.

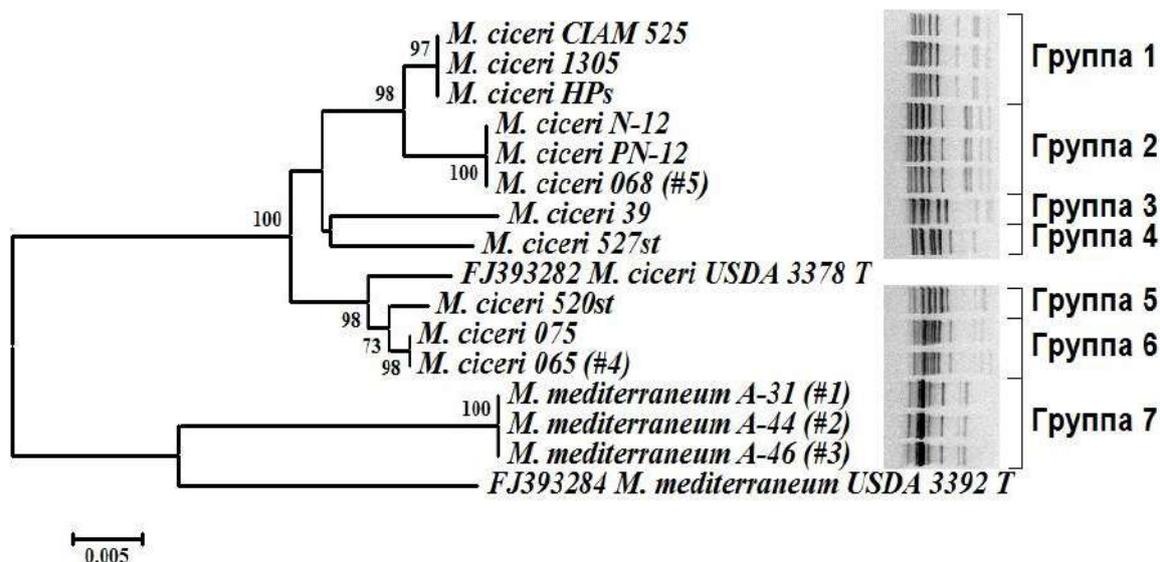


Рис. 4. Дендрограмма, построенная на основе данных сравнительного анализа нуклеотидных последовательностей гена *groB* и *saAFLP* анализа, проведенного с эндонуклеазой рестрикции *Xma*II, для штаммов видов *M.ciceri* и *M.mediterraneum*

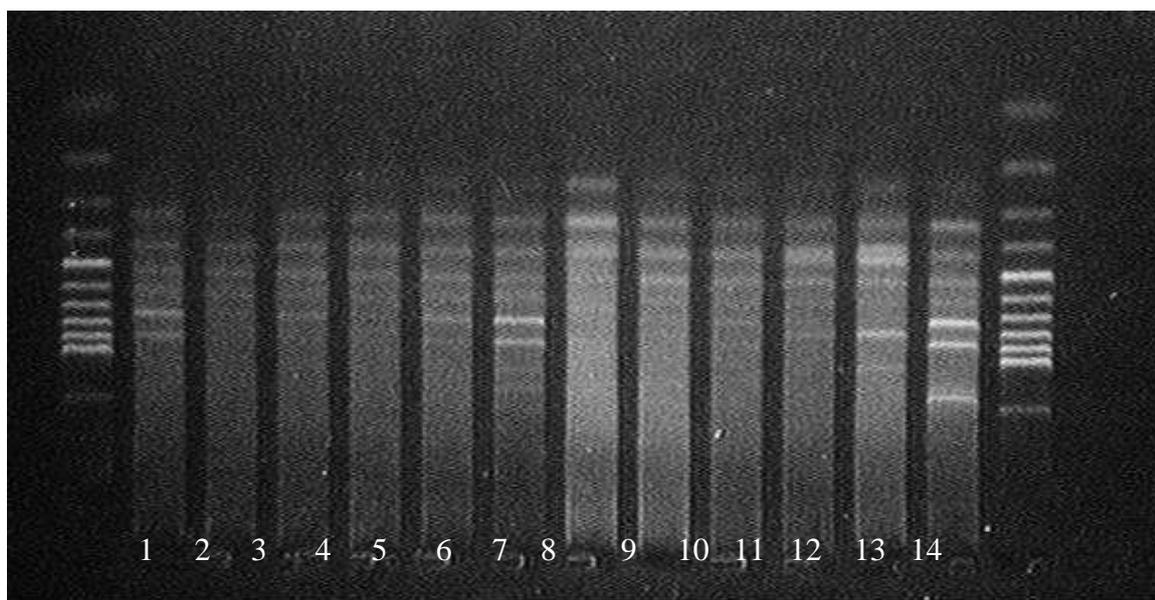
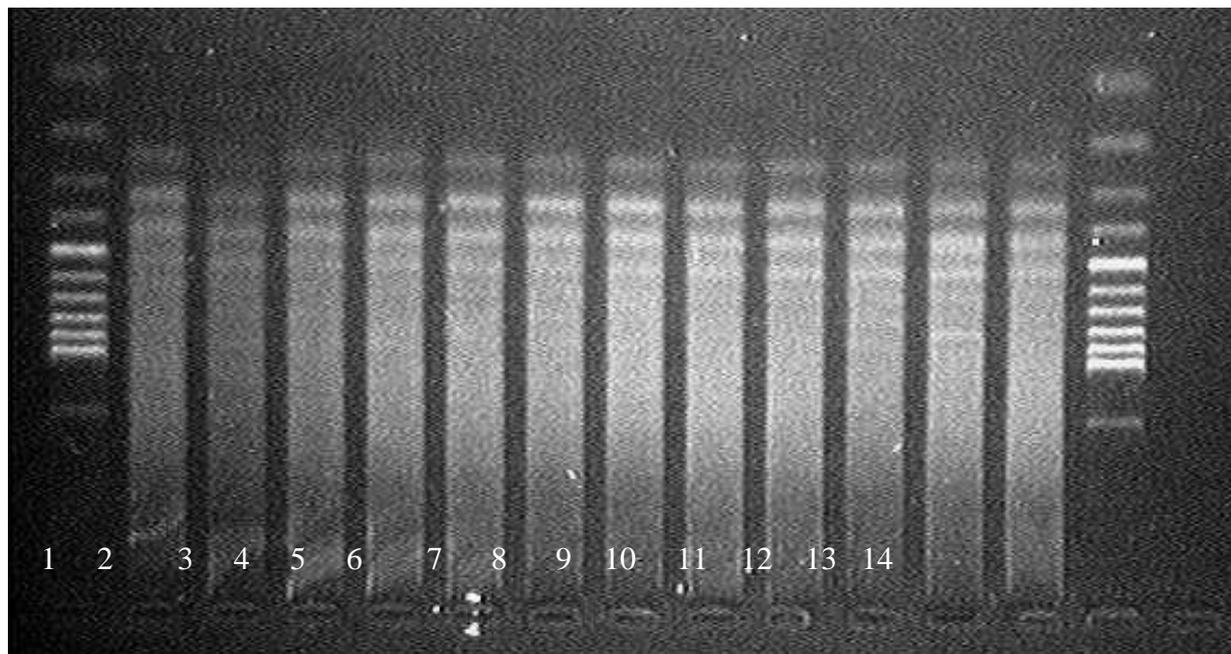
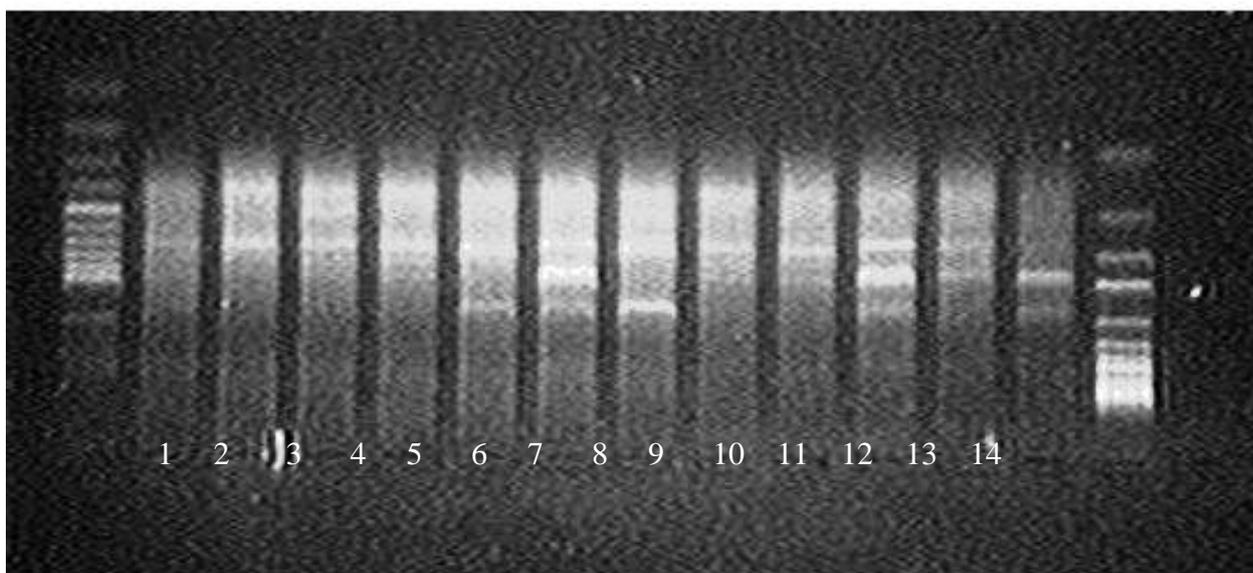


Рис. 5. Результат *saAFLP* с адаптером *Ad.2.un1* и эндонуклеазой рестрикции *Xma*II. Сорт Краснокутский 36; 1 и 14 – маркеры длин фрагментов (100+ bp DNA Ladder), 2-13 – ДНК КЛОЕ

На рисунке 5 наблюдаются различия между фингерпринтами нескольких образцов КЛОЕ сорта Краснокутский 36. Судя по маркерам, в данном случае среди образцов присутствуют два отличающихся фингерпринта, относящихся к штаммам 068 (дорожки 11, 12) и 039.



*Рис. 6. Результат saAFLP с адаптером Ad.2.upi и эндонуклеазой рестрикции XmaII. Сорт Аватар; 1 и 14 – маркеры длин фрагментов (100+ bp DNA Ladder), 2-13 – ДНК КлОЕ*



*Рис. 7. Результат saAFLP с адаптером Ad.2.upi и эндонуклеазой рестрикции XmaII. Сорт Золотой Юбилей; 1 и 14 – маркеры длин фрагментов (1 kb DNA Ladder), 2-13 – ДНК КлОЕ.*

На рисунке 7 также наблюдается различие между фингерпринтами. В данном случае образцы представлены генетическим материалом КлОЕ штаммом 527 (дорожки 11, 12, 13) и 039 на растениях сорта Золотой Юбилей.

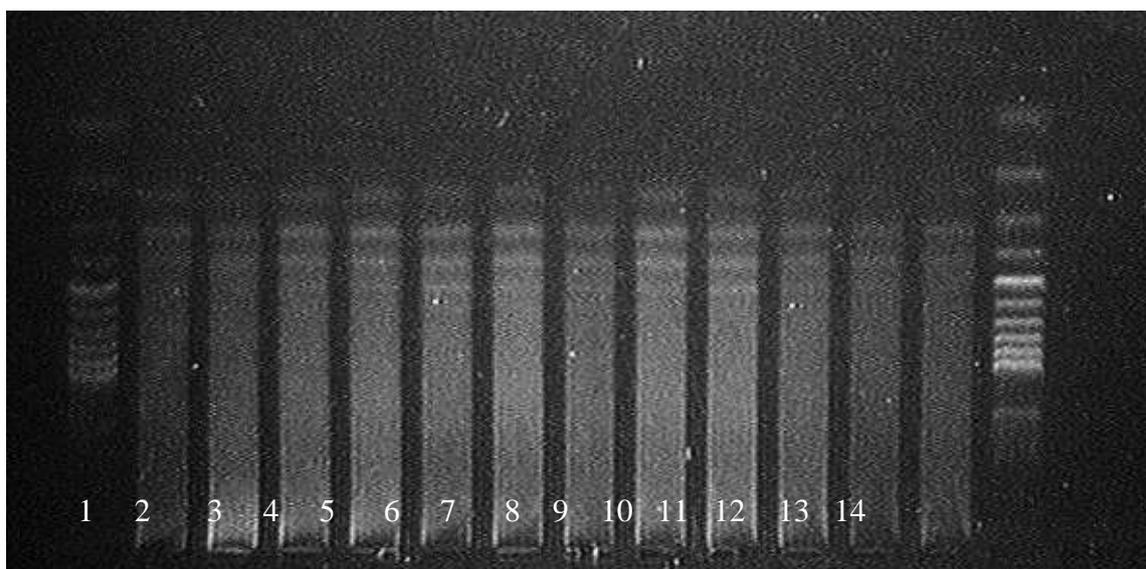


Рис. 8. Результат saAFLP с адаптером *Ad.2.un1* и эндонуклеазой рестрикции *Xma*II. Сорт Приво; 1 и 14 – маркеры длин фрагментов (100+ bp DNA Ladder), 2-13 – ДНК КлОЕ

Рисунки 6 и 8 демонстрируют отсутствие различий между фингерпринтами. Здесь при инокуляции растений всеми представленными штаммами в случае с сортами Аватар и Приво клубеньки образуют бактерии одного штамма, наиболее конкурентного в данных условиях. Этим штаммом, судя по фингерпринтам на рисунках 6 и 8, является штамм 039.

Таким образом, штамм *M. ciceri* 039 преобладал в большинстве клубеньков на корнях растений нута всех исследуемых сортов.

#### Выводы

1. Наибольшее количество клубеньков у растений нута сорта Золотой Юбилей образовано при инокуляции штаммами 039, 527 и 1305; у сорта Аватар при инокуляции штаммами 039 и 520; у сорта Краснокутский 36 при инокуляции штаммами 065, 068 и 1305.

2. Анализ результатов исследований выявил некоторые особенности взаимодействия бактерий и растений, так у сорта Приво, при взаимодействии с отдельными штаммами вероятно наблюдается эффект антагонизма. У других сортов нута, в целом наблюдаются высокие показатели по биомассе и количеству клубеньков в варианте  $K^+$ , что свидетельствует о синергическом эффекте при взаимодействии нескольких штаммов *Mesorhizobium sp.*

3. Генотипирование КлОЕ с помощью фингерпринтинга saAFLP позволило выявить наиболее конкурентоспособный штамм рода *Mesorhizobium* в условиях конкретного бобово-ризобияльного симбиоза.

4. Штамм *Mesorhizobium ciceri* 039 преобладает в большинстве клубеньков на корнях растений всех исследуемых сортов, что позволяет предлагать данный штамм (генотип) в качестве основы биопрепарата для предпосевной обработки семян растений нута. Кроме этого штамма, у растений сорта Аватар клубеньки были образованы также штаммом 068, а у сорта Золотой Юбилей – штаммом 527.

Таким образом, проведенные исследования с инокуляцией семян растений нута штаммом *Mesorhizobium sp.* позволили выявить наиболее эффективно взаимодействующие пары сорт-штамм, что в дальнейшем может использоваться при создании биопрепаратов, на основе соответствующих бактерий, эффективно вступающих в симбиоз с различными сортами растений нута.

### Литература

1. Гарипова С.Р., Гарифуллина Д.В., Маркова О.В., Иванчина Н.В., Хайфулина Р.М. Изучение бактериальных ассоциаций эндофитов клубеньков, способствующих увеличению продуктивности бобовых растений //Агрохимия. – 2010. – № 11. – С. 50-58.
2. Волобуева О.Г. Влияние биопрепаратов Ризоторфин и Альбит на содержание фитогормонов в растениях гороха разных сортов и эффективность симбиоза //Зернобобовые и крупяные культуры. – 2019. – № 2 (30). – С.14-20. DOI: 10.24412/2309-348X-2019-2-11082
3. Баймиев Ан.Х., Гуменко Р.С., Владимирова А.А. и др. Искусственная активация экспрессии *nif*-генов у клубеньковых бактерий *ex planta* // Экологическая генетика. – 2019. – Т.17. – № 2. – С.35-42
4. Зотиков В.И., Полухин А.А., Грядунова Н.В. Развитие инновационных технологий в растениеводстве на основе селекционных достижений //Зернобобовые и крупяные культуры. – 2023. – №2(46). – С. 5-9. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-2-5-9
5. Волобуева О.Г. Биопрепараты и регуляторы роста как фактор повышения эффективности бобово-ризобияльного симбиоза //Сахар. – 2023. - №7. – С.40-47.
6. Донская М.В., Донской М.М., Якубовская А.И., Пташкин О.П., Каменева И.А. Сравнительная продуктивность нута и чины в условиях Орловской области и республики Крым //Зернобобовые и крупяные культуры. – 2023. – № 4 (48). – С.71-79. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-4-71-79

### References

1. Garipova S.R., Garifullina D.V., Markova O.V., Ivanchina N.V., Khaifulina R.M. Study of bacterial associations of nodule endophytes contributing to increased productivity of legume plants //Agrokhimiya. - 2010. - no. 11. - Pp. 50-58.
2. Volobueva O.G. Effect of biopreparations Rizotorfin and Albit on the content of phytohormones in pea plants of different varieties and symbiosis efficiency //Zernobobovye i krupyanye kul'tury. - 2019. - no. 2(30). - Pp.14-20. DOI:10.24412/2309-348X-2019-11082
- 3 Baimiev An.Kh, Gumenko R.S., Vladimirova A.A. et al. Artificial activation of *nif* gene expression in tuberous bacteria *ex planta* //Ekologicheskaya genetika. - 2019. - V.17. - no. 2. - Pp.35-42
4. Zotikov V.I., Polukhin A.A., Gryadunova N.V. Development of innovative technologies in crop production based on breeding achievements //Zernobobovye i krupyanye kul'tury. - 2023. - no. 2(46). - Pp. 5-9. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-2-5-9
5. Volobueva O.G. Biological preparations and growth regulators as a factor in increasing the efficiency of legume-ryzobium symbiosis //Sakhar. - 2023. - no. 7. - Pp.40-47.
6. Donskaya M.V., Donskoi M.M., Yakubovskaya A.I., Ptashkin O.P., Kameneva I.A. Of chickpea and grass pea comparative productivity when application of microbiological preparations in the Orel region and the republic of Crimea conditions //Zernobobovye i krupyanye kul'tury. - 2023. - no. 4(48). - Pp.71-79. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-4-71-79

## ОЦЕНКА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ СОИ МЕТОДАМИ ФОТОМЕТРИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

**К.Ю. ЗУБАРЕВА**, кандидат биологических наук, ORCID ID: 0000-0002-7083-6730

**А.В. БЕЛОЗЕРОВА**, аспирант, ORCID ID: 0009-0007-8420-6792

**Т.А. ХРЫКИНА**, ORCID ID: 0000-0003-2037-6059

ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

E-mail: office@vniizbk.ru

*В статье изложены результаты исследований 2022-2023 гг. по изучению сопряженности некоторых физиологических характеристик состояния растений сои с показателями портативного фотометра SPAD-502Plus, который позволяет провести неинвазивную экспресс-диагностику в оперативном режиме непосредственно в полевых условиях.*

*В работе показано, что при применении микробиологических препаратов в технологии возделывания сои увеличиваются показания портативного фотометра при проведении диагностических исследований, которые положительно корреляционно связаны с работой фотосинтетического аппарата листьев (с содержанием хлорофилла а,  $r=0,45$ ) и симбиотического аппарата корней (с нитрогеназной активностью клубеньков,  $r=0,40$ ).*

*Совместное применение микробиологических препаратов в технологии возделывания сои положительно повлияло на симбиотическую азотфиксирующую способность корневой системы растений: количество клубеньков в среднем увеличилось на 30,3 %, сырая масса клубеньков - на 36,7 %, нитрогеназная активность клубеньков - на 54 %, и на состояние пигментного комплекса: содержание хлорофиллов в листьях в среднем по сортам по отношению к контролю возросло на 11,98 %.*

**Ключевые слова:** соя, экспресс-диагностика, фотометрия, фотосинтетические пигменты, симбиотический аппарат.

**Для цитирования:** Зубарева К.Ю., Белозерова А.В., Хрыкина Т.А. Оценка физиологического состояния растений сои методами фотометрической диагностики. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2024; 1(49):28-36. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-1-28-36

## ASSESSMENT OF PHYSIOLOGICAL STATE OF SOYBEAN PLANTS BY PHOTOMETRIC DIAGNOSTICS METHODS

**K.Yu. Zubareva, A.V. Belozerova, T.A. Khrykina**

FSBSI FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS

**Abstract:** *The article presents the results of research on studying the conjugation of some physiological characteristics of soybean plants with the indicators of the portable photometer SPAD-502Plus, which allows carrying out non-invasive rapid diagnostics in operational mode directly in the field conditions.*

*The paper shows that the application of the feeding system in soybean cultivation technology increases the photometer readings in diagnostic studies, which are positively correlated with the work of photosynthetic apparatus of leaves (with the content of chlorophyll a,  $r=0,45$ ) and symbiotic apparatus of roots (with nitrogenase activity of nodules,  $r=0,40$ ).*

*The joint application of microbiological preparations in soybean cultivation technology had a positive effect on the symbiotic nitrogen-fixing ability of the root system of plants: the number of nodules on average increased by 30.3 %, the crude mass of nodules - by 36.7 %, the nitrogenase activity of nodules - by 54 %, and on the state of the pigment complex: the content of chlorophylls in leaves on average for varieties in relation to the control increased by 11.98 %.*

**Keywords:** soybean, rapid diagnosis, photometry, photosynthetic pigments, symbiotic apparatus.

Обеспечение растений элементами питания является одним из главных факторов формирования высоких урожаев качественного состава [1]. При этом необходимо учитывать, что данный фактор выступает как контролируемый и регулируемый в процессе выращивания сельскохозяйственных культур в расчете на потенциальный или планируемый уровень урожайности [2-4].

Грамотно проведенные научно обоснованные технологические мероприятия по оптимизации продукционного процесса позволяют управлять и при необходимости интенсифицировать процессы, связанные с синтезом пластических веществ и формированием урожая [5]. По интенсивности обмена, протекающего в растениях, можно проводить оценку их физиологического состояния с последующей корреляцией, если это необходимо, техногенных факторов питания. Самые простые и доступные характеристики, помимо биометрических, обеспеченности растений разными уровнями минерального питания являются связи с интенсивностью фотосинтетической функции листового аппарата. До недавнего времени диагностика в этом направлении основывалась на визуальных и химических методах (тканевая диагностика по В.В. Церлингу, листовая и стеблевая диагностика и др.). Последние достаточно трудоемки и затратны по времени и применению средств для проведения анализа, а также требуют определенных знания и квалификацию исполнителей. В настоящее время как ученые, так и сельхозпроизводители отдают предпочтение инструментальным фотометрическим экспресс-методам, благодаря появлению научно-технических возможностей максимальной автоматизации, а в производственных масштабах, и в некоторой степени роботизации процессов определения нужд посевов культурных растений в оптимизации минерального питания.

Многие исследователи констатируют тот факт, что активность основных физиологических реакций растительного организма отражается на содержании хлорофиллов в биомассе. Фотометрическая диагностика основана на использовании зависимости уровня зеленой пигментации листьев и обеспеченности растений минеральным питанием, то есть на регистрации поступления в растение элемента питания и включения его в синтез органических веществ.

**Цель исследований** – изучить возможность применения фотометрии в режиме реального времени в посевах сои с целью контроля физиологического состояния растений в конкретных почвенно-климатических условиях в мелкоделяночных опытах с применением микробиологических препаратов.

#### **Материал и методы исследования**

Работу выполняли в Федеральном научном центре зернобобовых и крупяных культур в 2022–2023 гг. на окультуренной темно-серой лесной среднесуглинистой почве. Агрохимическая характеристика почвы в среднем за годы проведения исследований по результатам отбора почвенных проб в весенне-летний период представлена в таблице 1.

В качестве объекта исследований использовали культуру сои районированных сортов: Мезенка, Лидер 1, Осмонь, Зуша, Орлея. В опыте изучали предпосевную обработку семян и подкормку вегетирующих растений баковой смесью микробиологических препаратов, в состав которых входят различные группы полезной почвенной микрофлоры, активно развивающие свою жизнедеятельность в ризосферной части (*Bacillus megaterium* OPP-31, *Azospirillum zea* OPN-14, *Pseudomonas aureofaciens* 2391Д, *Montierella alpine* F-1134), на диагностические показатели физиологического состояния растений.

Таблица 1

**Агрохимическая характеристика пахотного слоя почвы (0-20 см) опытного участка**

Подвижный фосфор P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/100 гр (ГОСТ 54650-2011)	Подвижный калий K <sub>2</sub> O, мг/100 гр (ГОСТ 54650-2011)	Нитратный азот N-NO <sub>3</sub> , мг/кг (ГОСТ 26951-86)	Аммонийный азот N-NH <sub>4</sub> , мг/кг (ГОСТ 26489-85)	pH солевой вытяжки (ГОСТ 26423-85)	Массовая доля органического вещества / гумуса, % (ГОСТ 26213-2011)
12,7-23,5	9,2-12,6	9,1-11,1	5,2-7,26	5,11-4,87	5,06-4,62

Схема опыта: 1 - контроль (без обработок семян и посевов); 2 - предпосевная обработка семян баковой смесью Organit P, 3 л/т + Organit N, 3 л/т + Pseudobacterin 3, 3 л/т + Biodux, 3 мл/т (за день до посева) + две листовые подкормки в фазу 1-3 тройчатых листьев и в период бутонизации баковой смесью Organit P, 2 л/га + Organit N, 2 л/га + Pseudobacterin 3, 2 л/га + Biodux, 4 мл/га.

Organit P – микробиологический препарат, содержащий споры штамма *Bacillus megaterium* OPP-31, 1\*10<sup>9</sup> КОЕ/мл, улучшающий минеральное питание растений за счет биодоступности фосфора и калия, стимулирующий корнеобразование и рост растений за счет продуцирования поли-бета-гидромасляной кислоты и других ростстимулирующих веществ.

Organit N – микробиологический препарат, содержащий клетки и биологически активные метаболиты штамма *Azospirillum zeae* OPN-14, 1\*10<sup>9</sup> КОЕ/мл, улучшающий азотное питание сельскохозяйственных культур за счет способности данных свободноживущих бактерий самостоятельно фиксировать атмосферный азот и переводить его в аммонийные формы, более доступные для потребления растениями, улучшающие динамику ростовых процессов культурных растений за счет синтеза ряда веществ фитогормональной природы (биологически активных веществ).

Pseudobacterin 3 – микробиологический препарат (биофунгицид), содержащий живые клетки штамма *Pseudomonas aureofaciens* 2391Д, 2\*10<sup>9</sup> КОЕ/мл, обеспечивающий защиту растений от широкого спектра грибных и бактериальных фитопатогенов за счет синтеза антибиотиков феназинового ряда, не вызывающих резистентность у фитопатогенов; стимулирующих рост растений за счет бактериальных клеток, участвующих в синтезе индолил - 3-уксусной кислоты, интенсифицирующей рост корневой системы.

Biodux – биологический регулятор роста содержащий биологически активный комплекс полиненасыщенных жирных кислот низшего почвенного гриба штамма *Montierella alpine* F-1134, стимулирующий развитие корневой системы и генеративных органов, повышающий устойчивость к абиотическим стрессам, усиливающий усвоение элементов минерального питания, за счет активизации на молекулярном уровне и сигнальные системы защиты, а также гены, осуществляющие контроль за ростовыми характеристиками, фитогормонами и факторами дифференцировки и развития тканей растения (<https://bionovatic.ru/>).



Рис. 1. Посевы сои разных сортов с применением микробиологических препаратов на опытном поле ФНЦ ЗБК в 2023 году (29 июня, День поля в Орловской области)

Сою высевали по пару. Семена перед посевом искусственно не заражали (инокулировали) симбиотическими азотфиксирующими бактериями. Эксперимент был заложен на делянках с учетной площадью 10 м<sup>2</sup> в четырехкратной повторности (рис. 1). Метод размещения делянок – рендомизированный. Норма высева – 0,6 млн. всхожих семян на гектар. Способ посева широкорядный (ширина междурядий 0,45 м). Агротехника – в основном принятая для зоны, предпосевная обработка семян и подкормки вегетирующих растений осуществлялись с применением ручного аккумуляторного опрыскивателя Forte ОГ-12.



Рис. 2. Применение портативного фотометра в диагностике

Для проведения фотометрической диагностики растений сои использовали портативный фотометр SPAD-502Plus. Диагностическое обследование проводили в фазу цветения - период активной максимальной биологической фиксации атмосферного азота благодаря симбиозу с ризобактериями после проведения подкормок растений микробиологическими препаратами. Фотометрию осуществляли при снятии показаний непосредственно с листовых пластинок растений в полевых условиях (рис. 2). Замеры производили на нормально развитых листьях, не поврежденных внешними биотическими и абиотическими стресс-факторами. Прибором показания снимали на 10 листьях второго верхнего яруса на каждой делянке опыта. В SPAD-502Plus используется в качестве резульативного показателя так называемый нормализованный дифференцированный вегетационный индекс (NDVI), значения которого рассчитаны на основе количества света, прошедшего через лист в двух диапазонах волн, в которых поглощение различно: красный спектр электромагнитного отражения солнечного или искусственного света (где поглощение высокое и не зависит от содержания каротина) и инфракрасный (где поглощение чрезвычайно низкое). NDVI – это отношение разности величин инфракрасного и красного спектров к их сумме [6]. Для сравнения фотометрических показателей состояния растений с результатами химического метода одновременно осуществляли качественное и количественное определение содержания фотосинтетических пигментов в листьях сои.

Экстракцию фотосинтетических пигментов из объектов исследования проводили 95% этиловым спиртом в темноте в течении 24 часов. Оптическую плотность рабочего раствора этаноловых вытяжек (липофильного экстракта), содержащих сумму зеленых и желтых пигментов, определяли на спектрофотометре ПЭ-5300ВИ при двух длинах волн (665 и 649 нм). Концентрацию хлорофиллов *a* и *b* рассчитывали по уравнениям Винтерманс и Де Мотс для этанола. Содержание хлорофиллов пересчитывали в мг/г воздушно-сухого веса зеленой биомассы.

Определение нитрогеназной активности симбиотических азотфиксирующих бактерий проводили «ацетиленовым» методом, основанном на восстановлении ацетилена до этилена [7], на портативном хроматографе ФГХ-1 с пламенным ионизационным детектором по времени выхода каждого газа.

Корреляционный анализ проведен с помощью использования программы Excel.

### Результаты и их обсуждение

Вносимые микробиологические препараты при возделывании сои (опытный вариант) выступают как мобилизаторы питания, так как, входящие в состав микроорганизмы являются участниками процессов биодоступности фосфора, калия (*Bacillus megaterium* OPP-31) и азота с предшествующей фиксацией его из атмосферы (*Azospirillum zeaе* OPN-14), а также как регуляторы роста, так как в результате своей жизнедеятельности синтезируют и продуцируют ряд веществ фитогормональной природы (биологически активные вещества) (<https://bionovatic.ru/>), являющихся факторами дифференцировки и развития тканей растения (например, индолил-3-уксусной кислоты, поли-бета-гидромасляной кислоты и других ростстимулирующих веществ). Таким образом, направленное воздействие корневого и листового питания влияет на внутренние процессы образования органических веществ в растениях.

Фотометрическое изучение посевов выявило определенные различия в показаниях прибора по уровню зеленой пигментации биомассы растений, обусловленные разной обеспеченностью растений питанием.

На рис. 3 четко прослеживается характер зависимости культуры и сорта от применения системы питания. Наибольшими показателями портативного фотометра в фазу цветения характеризуется сорт Мезенка – 37,8-42,4 усл. ед. На контрольных растениях (без обработки семян и листовых подкормок) значения показаний прибора фиксируются в среднем по сортам на 8% ниже, чем на опытных.

Одновременно с анализом показаний портативного фотометра мы проводили химические анализы по определению фотосинтетических пигментов в листьях (рис. 4, табл. 2 и 3).

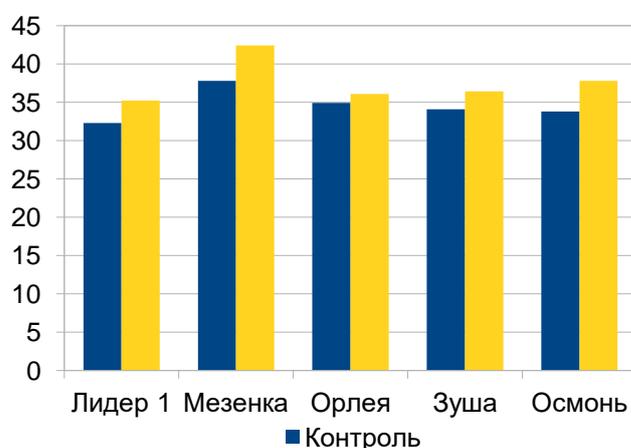


Рис. 3. Зависимость показаний фотометра (усл.ед.) от вариантов опыта и сорта в фазе цветения сои (множественные сравнения средних свидетельствует об отсутствии статистически значимых различий)

Вначале были проведены качественные испытания растворенной пробы с идентификацией ее состава по хроматограмме. На рисунке 4 представлена хроматографическая пластинка с контрольными образцами (у опытных образцов характер идентификации аналогичен).

Применяемые агроприемы оказывают влияние на состояние пигментного комплекса, более высокая физиологическая активность фотосинтетического аппарата наблюдается на варианте опыта с применением микробиологических препаратов, что, в свою очередь,

отразилось на состоянии биоценоза в целом. Содержание хлорофиллов *a* и *b* в листьях сои составило в среднем по сортам за 2022-2023 гг. 6,25 и 1,68 мг/г сухого вещества соответственно. При этом, содержание хлорофиллов *a* и *b* на контрольном варианте (5,39 и 1,54 мг/г сухого вещества) было на 0,55 и 0,28 мг/г сухого вещества соответственно меньше, чем на варианте с применением микробиологических препаратов нового поколения. В целом, на опытном варианте содержание хлорофиллов в листьях сои в среднем по сортам по отношению к контролю увеличилось на 11,98% (табл. 2).



Рис. 4. Хроматограмма разделения фотосинтетических пигментов листьев сои в фазу цветения: первый снизу – хлорофилл *b*, над ним – хлорофилл *a*, затем – каротин

Таблица 2

**Влияние микробиологических препаратов на содержание пигментов в листьях сои в фазу цветения, в мг/г сухого вещества (2022/2023 гг.)**

Варианты опыта*	Количество			Сумма <i>Chl a+b</i>	Отношение <i>Chl a/b</i>
	<i>Chl a</i>	<i>Chl b</i>	Каротиноиды*		
<b>Лидер 1</b>					
Контроль	5,21/5,0	1,41/1,65	-/1,11	6,62/6,65	3,69/3,03
Предпосевная обработка семян + 2 листовые подкормки	5,39/5,96	1,70/1,95	-/1,17	7,09/7,91	3,17/3,06
<b>Мезенка</b>					
Контроль	5,20/5,48	1,27/1,56	-/1,20	6,47/7,04	4,09/3,51
Предпосевная обработка семян + 2 листовые подкормки	6,06/5,7	1,32/1,62	-/1,18	7,38/7,32	4,59/3,52
<b>Орля</b>					
Контроль	5,35/5,3	1,52/1,6	-/1,28	6,87/6,9	3,52/3,31
Предпосевная обработка семян + 2 листовые подкормки	5,63/6,0	1,43/1,88	-/1,26	7,06/7,88	3,94/3,19
<b>Зуша</b>					
Контроль	4,95/6,91	1,22/2,08	-/0,62	6,17/8,99	4,06/3,32
Предпосевная обработка семян + 2 листовые подкормки	5,63/7,02	1,66/3,27	-/1,01	7,29/10,29	3,39/2,15
<b>Осмонь</b>					
Контроль	5,64/4,93	1,5/1,55	-/1,22	7,14/6,48	3,76/3,18
Предпосевная обработка семян + 2 листовые подкормки	6,11/5,89	1,53/1,83	-/1,35	7,64/7,72	3,99/3,22

Примечание к таблице 2: в 2022 г не определяли.

Дополнительное внесение микробиологических препаратов в баковой смеси в предпосевной обработке семян и в листовых подкормках повлияло на активизацию почвенной микрофлоры, а именно аборигенной расы соеципифичных симбиотических азотфиксирующих бактерий, находящихся в почве, так как инокуляцию семян перед посевом *Bradyrhizobium japonicum* не проводили (рис. 5).



Рис. 5. Симбиоз растений сои с азотфиксирующими ризобактериями (июль 2023 г.).  
Фото авторов

Необходимо отметить, что применяемый комплекс «полезных» микроорганизмов в предпосевной обработке семян и в листовых подкормках положительно повлиял на симбиотическую азотфиксирующую способность корневой системы растений сои. Симбиотические показатели на опытных вариантах в среднем за 2 года по сортам возросли в сравнении с контролем: количество симбиотических азотфиксирующих клубеньков на корнях растений сои на 17,82 шт или на 30,3%, сырая масса клубеньков на 0,29 г или на 36,7% (табл. 3), нитрогеназная активность клубеньков на 1,95 мкг N<sub>2</sub>/мл/ч/1 растение или на 54%. При таких показателях можно однозначно утверждать, что микроорганизмы, входящие в состав применяемых микробиологических препаратов, создают консорциум с *Bradyrhizobium japonicum*, обитающими в почве (в данном случае), благотворно влияющий на активную деятельность последних в посевах сои.

Таблица 3

**Симбиотические показатели растений в фазу цветения у сортов сои под влиянием микробиологических препаратов (2022/2023 гг.)**

Варианты	Сорта				
	Лидер 1	Мезенка	Орля	Зуша	Осмонь
Количество клубеньков, шт/растение					
Не обработанные семена и растения (контроль)	37,7/43,0	24,0/39,6	29,0/52,3	24,7/66,7	19,3/73,0
Предпосевная обработка семян+2 листовые подкормки	56,3/76,7	28,3/64,2	30,0/109,3	40,3/95,3	39,7/105,3
Масса клубеньков, г/растение					
Не обработанные семена и растения (контроль)	0,63/0,82	0,41/0,42	0,36/0,43	0,27/0,75	0,23/0,61
Предпосевная обработка семян+2 листовые подкормки	1,27/1,11	0,51/0,76	0,57/0,83	0,47/1,03	0,61/1,13

В таблице 4 отражена зависимость показаний оптического датчика SPAD-502Plus с количественным содержанием фотосинтетических пигментов в листьях и показателями состояния симбиотического аппарата на корнях сои, наличие и активность последнего играет непосредственную роль в обеспеченности растений азотом.

**Корреляционные взаимосвязи между показаниями фотометрического прибора SPAD-502Plus и исследуемым фактором (2022-2023 гг.)**

Биологические показатели растений сои	Показания фотометра, усл. ед.
Содержание хлорофилла <i>a</i> , в мг/г сухого вещества	0,45
Содержание хлорофилла <i>b</i> , в мг/г сухого вещества	-0,07
Количество клубеньков, шт/раст	0,13
Сырая масса клубеньков, г/раст	-0,08
Нитрогеназная активность, мкг N <sub>2</sub> /мл/ч/1 растение	0,40

Была установлена степень положительного влияния между показаниями фотометрического прибора SPAD-502Plus и показателями «содержание хлорофилла *a*» и «нитрогеназная активность»,  $r = 0,45$  и  $0,40$  соответственно. Отмечена слабая положительная теснота связей с количеством образованных на корневой системе растений сои симбиотических азотфиксирующих клубеньков ( $r = 0,13$ ). В целом по совокупности анализируемых образцов зафиксирована очень слабая отрицательная корреляционная взаимосвязь между показаниями SPAD-502Plus и сырой массой клубеньков, а также с содержанием в листьях хлорофилла *b*,  $r = -0,08$  и  $-0,07$  соответственно.

#### Заключение

При применении микробиологических препаратов, в состав которых входили в том числе микроорганизмы, участвующие в биодоступности элементов питания, в предпосевной обработке семян и листовых подкормках вегетирующих растений сои показания фотометра фиксируются на 8% или на 3,0 усл. ед. больше, чем на контроле (варианте без применения микробиологических препаратов). Наряду с этим увеличивается активность фотосинтезирующей системы и бобово-ризобияльного симбиоза растений. Установлены положительные корреляционные взаимосвязи между показаниями фотометра и исследуемыми факторами, которые связаны с активностью многих процессов в растительных организмах, а именно в нашем случае с нитрогеназной активностью симбиотических клубеньков на корнях, а также с содержанием хлорофилла *a* в листьях растений сои, на уровне 0,4 и 0,45 соответственно. То есть оптические свойства растений отражают его физиологическое состояние.

Для количественных характеристик интенсивности процессов, протекающих в растениях, в дальнейшем необходимо разрабатывать таблицы сопряженности с основными или интересующими конкретного исследователя физиологическими параметрами состояния растительных организмов и показателями неинвазивной экспресс-диагностики.

#### Литература

- Осипов А.И., Якушев В.П., Якушев В.В. История научных исследований в агрохимии и перспективы применения удобрений в России // Агрохимический вестник. – 2020. – № 2. – С. 73-80. DOI: 10.24411/1029-2551-2020-10028.
- Белоус И.Н., Малякко Г.П., Шаповалов В.Ф. и др. Влияние систем удобрений и пестицидов на продуктивность плодосменного севооборота и агрохимические свойства дерново-подзолистой песчаной почвы // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2022. – № 4 – (44). – С. 187-195. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-187-195.
- Кузикеев Ж.В., Борадулина В.А., Мусалитин Г.М. и др. Формирование продуктивности и качества зерна сортов ярового ячменя в зависимости от норм высева и уровня азотного питания в лесостепи Алтайского края // Достижения науки и техники АПК. – 2022. – Т. 36. – № 3. – С. 74-78. DOI: 10.53859/02352451-2022-36-3-74.
- Глазова З.И., Сироткина Е.Н. Влияние некоторых агроприемов на урожайность сортов чечевицы // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2022. – № 4 (44). – С. 90-95. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-90-95.

5. Каракотов С.Д., Прянишников А.И., Косолапов В.М. и др. Методологические подходы оценки сортов озимой пшеницы в системе экологических испытаний АО "Щелково Агрохим" // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2021. – № 1. – С. 9-15. DOI: 10.30850/vrsn/2021-1-9-15.
6. Афанасьев Р.А., Литвинский В.А., Ворончихина И.Н. Спектрометрическое обеспечение диагностики азотного питания растений и идентификации азота органических и минеральных удобрений // Плодородие. – 2019. – № 4. – С. 26-29. DOI: 10.25680/S19948603-2019-109-09.
7. An Q., Dong Y., Wang W., Li Y., J. Li. Constitutive expression of the nifA gene activates associative nitrogen fixation of *Enterobacter gergoviae* 57 7, an opportunistic endophytic diazotroph // Journal of Applied Microbiology. – 2007. – V. 103. – Pp. 613-620.

#### References

1. Osipov A.I., Yakushev V.P., Yakushev V.V. History of Scientific Research in Agrochemistry and Prospects of Fertilizer Application in Russia // *Agrokhimicheskii vestnik*. 2020. no. 2. – Pp. 73-80. DOI: 10.24411/1029-2551-2020-10028.
2. Belous I.N., Malyavko G.P., Shapovalov V.F. et al. Influence of fertilizer and pesticide systems on the productivity of fruit rotation and agrochemical properties of sod-podzolic sandy soil // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2022. no. 4 (44). – Pp.187-195. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-187-195.
3. Kuzikeev Zh. V., Boradulina V. A., Musalitin G. M. et al. Formation of productivity and grain quality of spring barley varieties depending on seeding rates and level of nitrogen nutrition in the forest-steppe of Altai Krai // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2022. V. 36. no. 3. – Pp. 74-78. DOI: 10.53859/02352451\_2022\_36\_3\_74.
4. Glazova Z.I., Sirotkina E.N. Influence of some agronomic practices on the yield of lentil varieties // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2022. no. 4 (44). – Pp. 90-95. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-90-95.
5. Karakotov S.D., Pryanishnikov A.I., Kosolapov V.M. et al. Methodological approaches to evaluation of winter wheat varieties in the system of environmental trials of JSC "Shchelkovo Agrochem" // *Vestnik Rossiiskoi sel'skokhozyaistvennoi nauki*. 2021. no. 1. – Pp. 9-15. DOI: 10.30850/vrsn/2021/1/9-15.
6. Afanas'ev R.A., Litvinskii V.A., Voronchikhina I.N. Spectrometric support of diagnostics of nitrogen nutrition of plants and identification of nitrogen of organic and mineral fertilizers // *Plodorodie*. 2019. no. 4. – Pp. 26-29. DOI: 10.25680/S19948603.2019.109.09.
7. An Q., Dong Y., Wang W., Li Y., J. Li. Constitutive expression of the nifA gene activates associative nitrogen fixation of *Enterobacter gergoviae* 57 7, an opportunistic endophytic diazotroph // Journal of Applied Microbiology. – 2007. – V. 103. – Pp. 613-620.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ АГРОХИМИКАТОВ И СПОСОБОВ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЧЕЧЕВИЦЫ

**З.И. ГЛАЗОВА**, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

*В статье представлены результаты исследований (2021-2023 гг.) по изучению влияния различных агрохимикатов (нитрофоска  $N_{16}P_{16}K_{16}$ , Биостим зерновой, Ультрамаг Молибден, Интермаг Профи стручковые и бобовые) и способов их применения (внесение в рядки и некорневые подкормки) на урожайность новых сортов чечевицы Восточная, Орловская краснозёрная и Фламенко. Установлено, что даже в разнообразных погодных условиях в годы исследований, лидирующее положение по уровню урожайности занимает сорт Фламенко (1,97-2,18 т/га). Варьирование данного показателя у сорта Восточная от 1,59 до 1,84 т/га, у сорта Орловская краснозёрная – от 1,89 до 2,09 т/га.*

*Доля влияния фактора «сорт» на сбор зерна чечевицы с 1 га составляет от 19,7 до 25,1%. Выявлено, что применение как сложных минеральных удобрений (нитрофоска  $N_{16}P_{16}K_{16}$  – в рядки), так и органоминеральных (Биостим зерновой, Ультрамаг Молибден, Интермаг Профи стручковые и бобовые – листовые подкормки в фазу бутонизации и в фазу начало образования бобов) обеспечивает статистически достоверное повышение урожайности от 0,10 до 0,21 т/га с долей их значимости: у сорта Восточная – 7,8%, у сорта Орловская краснозёрная – 8,1%, у сорта Фламенко – 8,5%. Выявлено, что эффективность применения испытанных агрохимикатов на чечевице зависело от погодных условий конкретного года, доля влияния их в сортовом аспекте составила 54–60–76% соответственно. Менее результативным оказался фактор «способ внесения» агрохимикатов: на его долю, в среднем, приходится от 2,3 до 3,5%. Проведённая сравнительная оценка эффективности применения агрохимикатов в зависимости от способа внесения показала, что листовые подкормки чечевицы органоминеральными удобрениями, выпускаемыми АО «Щёлково Агрохим», наиболее экономически оправданы, так как при меньших затратах на их расход на гектар обеспечивается доход от 8,73 до 1293 тыс. руб./га, что на 4,51-6,91 тыс. больше, чем при внесении сложных минеральных удобрений в рядки.*

*Следовательно, для оптимизации минерального питания при выращивании чечевицы целесообразно применять листовые подкормки органоминеральными комплексными удобрениями в период вегетации, как альтернативный способ внесению сложных удобрений в рядки.*

**Ключевые слова:** чечевица, сорт, удобрения, урожайность, эффективность.

**Для цитирования:** Глазова З.И. Эффективность различных агрохимикатов и способов их применения при выращивании чечевицы. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2024; 1(49):37-45. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-1-37-45

## EFFECTIVENESS OF DIFFERENT AGROCHEMICALS AND THEIR APPLICATION METHODS IN LENTIL CULTIVATION

**Z.I. Glazova**

FSBSI FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS

**Abstract:** *The article presents the results of research (2021-2023) to study the effect of various agrochemicals (nitrophoska  $N_{16}P_{16}K_{16}$ , Biostim for grain, Ultramag Molybdenum,*

*Intermag Profi for pods and legumes) and methods of their application (application in rows and foliar fertilization) on the yield of new lentil varieties (Vostochnaya, Orlovskaya the redgrained and Flamenco). It was found that even in a variety of weather conditions in the years of research, the leading position in terms of yield level is occupied by the variety Flamenco (1.97-2.18 t/ha). Variation of this indicator in the variety Vostochnaya from 1.59 to 1.84 t/ha, in the variety Orlovskaya the redgrained - from 1.89 to 2.09 t/ha.*

*The share of influence of the factor "variety" on lentil grain harvest from 1 ha ranges from 19.7 to 25.1%. It was revealed that the use of complex mineral fertilizers (nitrophoska N<sub>16</sub>P<sub>16</sub>K<sub>16</sub> – application in rows), as well as organomineral (Biostim for grain, Ultramag Molybdenum, Intermag Profi for pods and legumes – foliar fertilization at budding and bean initiation phases) provides a statistically reliable increase in yield from 0.10 to 0.21 t/ha with a share of their significance: in Vostochnaya variety - 7.8%, in Orlovskaya the redgrained variety - 8.1%, in Flamenco variety - 8.5%. It was revealed that the efficiency of application of tested agrochemicals on lentils depended on the weather conditions of a particular year, the proportion of their influence in the varietal aspect was 54-60-76%, respectively. The factor "method of application" of agrochemicals was less effective: its share, on average, is from 2.3 to 3.5%. The conducted comparative assessment of the effectiveness of agrochemicals depending on the method of application showed that leaf fertilization of lentils with organomineral fertilizers produced by JSC "Shchelkovo Agrochem", the most economically justified, as at lower costs for their consumption per hectare provides income from 8.73 to 1293 thousand rubles/ha, which is 4.51-6.91 thousand more than the application of complex mineral fertilizers in rows.*

*Consequently, to optimize mineral nutrition in lentil cultivation, it is advisable to use leaf fertilization with organomineral complex fertilizers during the growing season, as an alternative way to apply complex fertilizers in the rows.*

**Keywords:** lentils, varieties, fertilizers, yield, efficiency.

Чечевица – одна из наиболее ценных зернобобовых продовольственных культур, в зерне которой содержится до 32% белка, до 2% жира и до 62% безазотистых соединений. По кулинарным и потребительским достоинствам чечевица высоко ценится на мировом рынке. НИИ питания РАМН рекомендует потреблять 2,5-3,0 кг чечевицы в год [1].

К сожалению, чечевица не находит широкого распространения: в РФ посевы её занимают небольшие площади (в 2019 г – 137,1 тыс. га) из-за низкой и нестабильной урожайности (от 0,49 до 1,21 т/га за 2010-2019 гг.) [2, 3]. Для сравнения, в Канаде посевные площади под чечевицей составляют 2,33 тыс. га, а валовой сбор зерна – 3,200 млн. т [3].

Для расширения посевных площадей чечевицы и увеличения урожайности необходимо внедрение в производство новых высокопродуктивных сортов, приспособленных к конкретным почвенно-климатическим условиям с учетом освоения новых агротехнических приёмов. Поэтому одной из основных задач в селекции чечевицы является создание сортов интенсивного типа с высоким потенциалом продуктивности при оптимальном сочетании агротехники и метеорологических показателей.

В ФНЦ зернобобовых и крупяных культур в последние годы были созданы сорта нового поколения: Орловская краснозёрная (методом индивидуального отбора из гибридной популяции Рауза х к-2846 (Канада), а также Восточная и Фламенко, где применили метод культуры изолированных семян *in vitro* и впервые в мире с участием зародышевой плазмы дикорастущего вида *Lens tomentosus* [4, 5].

Для этих сортов необходимо было выявить особенности технологии их выращивания, а также определить, насколько стабильно влияние некоторых новых агроприёмов на повышение урожайности в различных условиях вегетационного периода.

Общезвестно, что одним из самых действенных и экономически эффективных факторов влияния на продуктивность растений является использование удобрений. И здесь первостепенной задачей является внедрение наиболее рациональных способов их применения. Одним из них является локальное внесение удобрений. Агрономические и

организационно-экономические преимущества его показаны в многочисленных исследованиях, проведённых ранее с разными культурами (Д.Н. Прянишников, 1965; М.Б. Гилис, 1975; Э.Л. Климашевский, 1983; Б.А. Ягодин, П.М. Смирнов, А.В. Петербургский и др., 1989; В.Н. Солоничкин, 2006). Причём, особенно целесообразно использовать этот способ при ограниченном количестве туков (Н.А. Чеснов, 2006).

Однако, при этом способе внесения удобрений не всегда создаются оптимальные условия для питания растений в каждый отдельный период их развития. Поэтому, в настоящее время для оптимизации минерального питания сельскохозяйственных культур в вегетационный сезон, наибольшую популярность получили листовые подкормки микро-органоминеральными удобрениями [6, 7]

Так, в опытах, проведённых в ФНЦ ЗБК с ранее созданными сортами (Рауза – 2003 г., Светлая – 2008 г., Аида – 2010 г.) была установлена высокая зависимость уровня их продуктивности как от метеорологических условий в период вегетации, так и от оптимизации минерального питания ( $r = 0,596 \dots 0,850$ ), при использовании для этого разных форм и способов применения агрохимикатов [8, 9]. Эти данные подтверждаются результатами опытов об эффективном применении листовых подкормок органоминеральными удобрениями на гречихе, которые, помимо увеличения урожаев, обеспечивают и снижение материальных затрат [10].

Однако, в научной и практической литературе отсутствуют данные об агроэкономической эффективности применения комплексных удобрений, в том числе и инновационных препаратов из линейки «ЭКОПЛЮС», выпускаемых АО «Щёлково Агрохим» на чечевице, хотя эффективность их применения доказана на других сельскохозяйственных культурах [11].

**Цель исследований** – определить степень влияния внекорневых подкормок микро-органоминеральными удобрениями на продуктивность новых сортов чечевицы в сравнении с рядковым способом внесения сложных удобрений.

#### **Материалы и методы исследований**

Исследования проводили в севообороте лаборатории агротехнологий и защиты растений ФНЦ ЗБК на тёмно-серой лесной среднесуглинистой и средне окультуренной почве в 2021-2022 гг. Полевые опыты закладывали в четырехкратной повторности. Учётная площадь делянки 10,0 м<sup>2</sup>, размещение – систематическое, способ посева рядовой (15 см) сеялкой СКС-6-10. Исследования проводили по следующей схеме: **Фактор А – сорт: А<sub>1</sub> – Восточная; А<sub>2</sub> – Орловская краснозёрная; А<sub>3</sub> – Фламенко. Фактор В – способы внесения удобрений: С<sub>1</sub> – N<sub>16</sub>P<sub>16</sub>K<sub>16</sub>, – в рядки; С<sub>2</sub> – листовые подкормки: в фазу бутонизации – Биостим зерновой (2,0 л/га) + Ультрамаг Молибден (0,5 л/га) и в начале образования бобов: Биостим зерновой (1 л/га) + Интермаг Профи стручковые бобовые (1 л/га).**

Уборку чечевицы проводили прямым комбайнированием при созревании 80% бобов: (в 2021 г. сорта Орловская краснозёрная и Фламенко - 4.08, Восточная – 1.08, в 2022 г. сорта Орловская краснозерная и Фламенко – 1.08, Восточная – 4.08), в 2023 г. Орловская краснозёрная – 30.07, Восточная и Фламенко – 10.08. Учёт урожая – поделяночный. Результаты учета урожая обработаны методом дисперсионного анализа.

#### **Результаты исследований и их обсуждение**

В 2021 г. посев чечевицы проведён 5 мая, всходы появились 19 мая. Полевая всхожесть по сортам составила 83-92% от высеянных семян. Показатели густоты стеблестоя составили: у сорта Восточная – 231 шт./м<sup>2</sup>; у сорта Орловская краснозёрная – 220 шт./м<sup>2</sup>, у сорта Фламенко – 212 шт./м<sup>2</sup>, т.е. размах изменчивости этого показателя по сортам составлял от 3 до 9%.

Метеорологические условия в 2021 г. складывались довольно благоприятно для чечевицы. Так, если в вегетативный период (последняя декада мая и первая половина июня) температура воздуха была ниже нормы на 0,2-1,4°С, то в генеративный период (третья декада июня и первая половина июля) температура воздуха превышала среднемноголетние

значения на 3,4-7,0°C, а сумма осадков составляла от 30,7 до 66,0% декадных норм. Такие погодные условия соответствовали биологическим особенностям этой культуры и способствовали: хорошему вегетативному росту растений (длина их к уборке составляла 46,5-52,2 см); формированию выполненного зерна (масса 1000 зёрен 42,0-54,9 г) и высокого урожая зерна чечевицы (2,31-2,85 т/га). На фоне этих погодных условий наибольший урожай зерна сформировал сорт Фламенко – от 2,52 до 2,85 т/га; а наименьший – сорт Восточная – от 2,31 до 2,44 т/га. Сорт Орловская красnozёрная занял промежуточное положение: урожайность его составила от 2,41 до 2,78 т/га. Следовательно, доля влияния фактора «сорт», определяющим уровень урожайности, составляет 9,6-11,6%. Более эффективно взаимодействие двух факторов: сорт и внесение удобрений: прибавка урожайности составила 0,13-0,33 т/га, то есть совместная доля их влияния составила 6,6-13,4-13,0%, соответственно сорта (табл. 1).

Таблица 1

**Урожайность чечевицы и её структура при разных способах внесения агрохимикатов**

Сорт	Варианты	Урожайность, т/га	Прибавка, т/га	Структура				K <sub>хоз</sub> , %
				Длина, см	Масса, г			
					1 раст.	зерна с 1 раст.	1000 зёрен	
<b>2021 год</b>								
<b>Восточная</b>	Контроль (б/у)	2,36	–	50,4	2,36	0,83	46,9	35
	НРК в рядки	2,41	0,05	51,2	2,48	1,27	50,7	51
	подкормка	2,44	0,08	52,2	2,43	1,25	50,7	51
<b>Орловская красnozёрная</b>	Контроль (б/у)	2,62	–	48,3	2,04	1,06	42,0	52
	НРК в рядки	2,70	0,08	49,3	2,65	1,49	43,0	56
	подкормка	2,78	0,15	51,0	2,68	1,49	43,8	55
<b>Фламенко</b>	Контроль (б/у)	2,66	–	50,2	3,05	1,46	51,1	48
	НРК в рядки	2,80	0,14	51,4	3,42	1,64	52,5	48
	подкормка	2,85	0,19	52,0	3,42	1,69	52,1	49
Среднее по сорту: (т/га) 2,40-2,70-2,77. НСР <sub>05</sub> – фактор сорт – 0,12 т/га. Среднее по удобрениям (т/га) –2, 42-2,79-2,83. НСР <sub>05</sub> – фактор удобрения – 0,08 т/га. *см. схему								
<b>2022 год</b>								
<b>Восточная</b>	Контроль (б/у)	0,97	–	51,4	2,16	1,26	47,6	56
	НРК в рядки	1,19	0,22	53,2	2,68	1,40	49,0	52
	подкормка	1,24	0,27	53,2	2,61	1,36	48,4	52
<b>Орловская красnozёрная</b>	Контроль (б/у)	1,43	–	46,3	3,10	1,42	41,9	46
	НРК в рядки	1,56	0,13	51,4	3,48	1,59	43,7	46
	подкормка	1,54	0,11	49,0	3,48	1,56	43,4	45
<b>Фламенко</b>	Контроль (б/у)	1,45	–	52,2	3,43	1,52	46,2	44
	НРК в рядки	1,64	0,19	54,4	3,88	1,70	50,7	44
	подкормка	1,61	0,16	54,0	3,68	1,68	50,4	43
НСР <sub>05</sub> – фактор сорт – 0,10 т/га. НСР <sub>05</sub> – фактор удобрения – 0,07. Среднее по сорту (т/га) – 1,37-1,51-1,57. Среднее по удобрениям (т/га) – 1,21-1,55-1,62.								

2023 год								
<b>Восточная</b>	Контроль (б/у)	1,44	–	37,3	3,59	1,38	38,4	38
	НРК в рядки	1,48	0,08	38,2	3,73	1,52	40,8	41
	подкормка	1,55	0,11	40,0	3,93	1,56	39,7	40
<b>Орловская красnozёрная</b>	Контроль (б/у)	1,63	–	38,5	3,38	1,43	42,3	42
	НРК в рядки	1,81	0,18	42,7	3,52	1,75	49,7	50
	подкормка	1,96	0,33	43,5	3,81	1,77	46,5	46
<b>Фламенко</b>	Контроль (б/у)	1,81	–	39,0	3,69	1,87	50,7	51
	НРК в рядки	1,95	0,14	40,0	4,24	1,98	46,7	47
	подкормка	2,08	0,27	43,0	4,38	2,02	46,1	46
Среднее по сорту (т/га): 1,49-1,80-1,95. Среднее по удобрениям (т/га): 1,52-1,88-2,02 НСР05 (т/га) Сорт – 0,09; Удобрения – 0,07.								
Среднее за 2021-2023 гг.								
<b>Восточная</b>	Контроль (б/у)	1,59	–	46,4	2,70	1,16	44,3	43
	НРК в рядки	1,69	0,10	47,5	2,96	1,40	46,6	47
	подкормка	1,74	0,15	48,3	2,99	1,39	46,3	46
<b>Орловская красnozёрная</b>	Контроль (б/у)	1,89	–	44,4	2,84	1,30	42,1	46
	НРК в рядки	2,02	0,13	47,8	3,23	1,61	45,5	50
	подкормка	2,09	0,20	47,8	3,32	1,61	44,6	48
<b>Фламенко</b>	Контроль (б/у)	1,97	–	47,1	3,39	1,62	49,3	48
	НРК в рядки	2,13	0,16	48,6	3,85	1,77	50,0	46
	подкормка	2,18	0,21	49,7	3,83	1,80	49,6	47
Среднее по сорту (т/га)– 1,67-2,00-2,09 Среднее по удобрениям (т/га) — 1,72-2,05-2,16								

В 2022 году посев чечевицы был проведён 7.05; всходы появились 19.05; полевая всхожесть составила 90-92% от высеванных семян.

Агрометеорологические условия вегетационного периода для роста и развития чечевицы были не вполне благоприятны, что связано с неравномерным распределением осадков: весной (во второй и третьей декадах мая) их было на 109,5-134,3% больше среднемноголетних, а летом (и июне и первой половине июля) их выпало только от 25,4 до 60,6% от нормы, и то в виде ливней. При этом температура воздуха превышала среднемноголетние значения от 2,5 до 7,0°C. Сложившийся гидротермический режим оказал существенное воздействие на уровень урожайности чечевицы. Так, у сорта Восточная он составил (т/га) - 1,09; у сорта Орловская красnozёрная – 1,41; у сорта Фламенко – 1,52; что в 2,17 – 1,86 – 1,76 раза соответственно меньше, чем в 2021 году (табл. 1).

Следовательно, погодные условия имели лидирующее значение в формировании урожайности, доля влияния их в сортовом аспекте составила:46-54-57%. Далее следует значимость факторов: сорт и удобрения, доля которых составила 23-28%.

Показано, что ответные реакции сортов чечевицы на применяемые агроприёмы неоднозначны и уровень их продуктивности варьирует в зависимости от морфобиологических признаков, одним из которых является тонкий полегающий стебель. Это особенность отрицательно сказывается на формировании высокого урожая зерна на фоне различных погодных условий (1). Поэтому важно знать степень устойчивости новых сортов чечевицы к полеганию в зависимости от некоторых агроприёмов. Наблюдения за

полегаемостью чечевицы при прохождении фенофаз показали, что в 2021 г. полегание было слабым (5,5 балла), а в 2022 году до фазы начала образования бобов полегания растений не отмечено у испытываемых сортов, высота которых варьировала: у Орловской краснозёрной от 23,8 до 27,2 см, у Фламенко – от 29,0 до 31,9 см и у Восточной – от 27,0 до 30,7 см, (5,5-6,1 балла). Однако, началось полегание после сильного ливня (3.07) в фазу начало налива бобов (7.07). В период созревания полегание усиливалось и к уборке интенсивность по вариантам опыта составила: у Орловской краснозёрной и Восточной – от 2,0 до 2,5 баллов; у Фламенко – от 3,5 до 4,7 балла. Следовательно, сорт Фламенко более устойчив к полеганию, чем Орловская краснозёрная и Восточная.

Следовательно, при менее благоприятных условиях температуры и влажности в период вегетации значимость влияния на урожайность чечевицы взаимодействия степени полегания и изучаемых факторов оказалась существенно выше (табл. 1).

Вегетационный период 2023 года по погодным условиям был довольно контрастным. Так, в первые две декады апреля температура воздуха превышала норму на 2,9-4,7%, почва в слое 0-5 см прогрелась до 13,3°C, поэтому чечевица была посеяна 19 апреля; всходы появились 2.05. Полевая всхожесть составила: у сорта Восточная 83,6-87,0%; у сорта Орловская краснозёрная – 88,4-91,6%; у сорта Фламенко – 85,2-89,2% от высеянных семян. Однако в последующий период вегетативного и начало генеративного развития (май-июнь) температура воздуха была на 1,4-4,5°C ниже нормы при значительном (от 1,7 до 50,6%) недоборе осадков. И только в конце июня (27.06.) выпало 23,5мм осадков (165,2% нормы). Поэтому в фазу цветения высота чечевицы варьировала от 21 до 29 см и к уборке она составила: у Восточной от 37,3 до 40 см; у Орловской краснозёрной от 38,5 до 43,5 см и у Фламенко от 39,0 до 43,0 см, что ниже на 4-13 см, чем в предыдущие годы (табл. 1).

Незначительное количество осадков, выпавшее в июле (от 21,3 до 50,0% декадных норм), способствовало меньшей полегаемости растений, степень которой составила: у Восточной и Орловской краснозёрной 4,7-5,0 баллов, а у Фламенко 5,2-5,6 балла.

Сложившийся гидротермический режим оказал существенное влияние на уровень урожайности чечевицы: у сорта Восточная он составил (в среднем по вариантам) 1,49 т/га, у сорта Орловская краснозёрная – 1,80 т/га и у сорта Фламенко – 1,95 т/га, что на 0,91-0,90-0,82 т/га соответственно меньше, чем в 2021 году (табл. 1).

Анализируя урожайность чечевицы, полученную в опытах 2021-2023 гг., следует отметить, что доля влияния внешних условий на формирование определённого её уровня в сортовом аспекте составляла 54-60-67% соответственно. Определение эффективности взаимодействия факторов, изучаемых нами, показало, что наибольший вклад в формирование статистически значимой прибавки урожая обеспечивает совместное действие двух факторов: «сорт-удобрение», на долю которых приходится от 19,1 до 34,7%.

Аналогичная тенденция прослеживается и на улучшении показателей основных признаков, характеризующих урожайность чечевицы: длину и продуктивность растения, а также массу 1000 зёрен. Применение удобрений обеспечивает повышение вышеуказанных элементов структуры урожая на 4,1-7,6%; 11,2-20,3%; 5,7-8,3% соответственно (табл. 1).

Следует отметить, что действие фактора «способ внесения» агрохимикатов на продуктивность чечевицы менее значимо и доля влияния его составила от 2,3-3,5%. Однако оценка экономической эффективности различных способов внесения удобрений показала, что наиболее экономически оправданными оказались листовые подкормки чечевицы органоминеральными удобрениями (табл. 2).

Этот приём позволяет обеспечить доход от 8,73 до 12,93 тыс./га, что на 4,51-6,91 тыс./га больше, чем при внесении сложных удобрений в рядки. Это обеспечивается более низким (в 2,22 раза) расходом органоминеральных удобрений и высокой (80-90%) степенью усваиваемости питательных веществ.

**Агроэкономическая эффективность разных видов и способов внесения агрохимикатов при выращивании чечевицы  
(среднее за 2021-2023 гг.)**

Сорт Фактор А	Удобрения Фактор В	Урожайность, т/га	Прибавка урожа зерна от удобрений, т/га	Окупаемость 1 кг удобрений кг зерна 1/1	Долевое участие удобрений в урожае, %	Затраты на удобрения, руб./га	Стоимость прибавки урожа, тыс. руб./га	Условно чистый доход от удобрений, руб./га
<b>Восточная</b>	*Контроль (б/у)	1,59	-	-	-	-	-	-
	НРК в рядки	1,69	0,10	1/1	6,3	2783	7000	4217
	Подкормка	1,74	0,15	1/33,3	9,4	1773	10500	8727
<b>Орловская краснозёрная</b>	Контроль (б/у)	1,89	-	-	-	-	-	-
	НРК в рядки	2,02	0,13	1/1,3	6,9	2783	9100	6317
	Подкормка	2,09	0,20	1/44,4	9,6	1773	14000	13227
<b>Фламенко</b>	Контроль (б/у)	1,97	-	-	-	-	-	-
	НРК в рядки	2,13	0,16	1/1,6	7,5	2783	11200	8417
	Подкормка	2,18	0,21	1/46,6	9,4	1773	14700	12927
<b>НСР<sub>05</sub> (т/га)</b>	Сорт							
	Удобрения							
Среднее по сорту (т/га) 1,67-2,00-2,09.								
Среднее по удобрениям (т/га) 1,95-2,00.								
Схема опыта: Контроль (без удобрений); N <sub>16</sub> P <sub>16</sub> K <sub>16</sub> – в рядки. Подкормка: в фазу бутонизации – Биостим зерновой (2,0 л/га) + Ультрамаг Молибден (0,5 л/га) + в фазу начало образования бобов – Биостим зерновой (1,0 л/га) + Интермаг Профи стручковые бобовые (1 л/га)								

### Заключение

В результате трёхлетних исследований (2021-2023 гг.) получены данные о степени влияния различных агрохимикатов и способов их применения на продуктивность и их агроэкономическую эффективность для новых сортов чечевицы.

В контрастных условиях вегетации, в годы проведения полевых опытов, выявлены различия между сортами чечевицы по уровню урожайности: варьирование данного показателя было в пределах: у сорта Восточная от 1,59 до 1,84 т/га, у сорта Орловская краснозёрная – от 1,89 до 2,09 т/га, у сорта Фламенко – от 1,97 до 2,18 т/га. Доля влияния фактора «сорт» на сбор зерна чечевицы с 1 га, в зависимости от условий года, находится в пределах от 19,7 до 25,1%.

Отмечено, что испытанные сложные и органоминеральные удобрения оказывают статистически достоверное влияние на формирование урожайности чечевицы с долей их значимости: у сорта Восточная – 7,8%, у сорта Орловская краснозёрная – 8,1%, у сорта Фламенко – 8,5%. Применение их обеспечивает прибавку от 0,10 до 0,21 т/га, причём способы их внесения не имели существенных различий (от 2,3 до 3,5%). Однако наиболее экономически эффективными являлись некорневые подкормки органоминеральными удобрениями, выпускаемыми АО «Щёлково Агрохим», которые обеспечивают условно чистый доход от 8,73 до 12,93 тыс.руб./га. Изученные препараты следует применять в качестве альтернативного способа для корректировки обеспеченности растений элементами питания, хотя в ряде случаев они могут быть и единственным источником для устранения их дефицита в период вегетации чечевицы

### Литература

1. Инновационный опыт производства чечевицы. – М.: И66 ФГБНУ «Росинформагротех», – 2013. – 44 с.
2. Ятчук П.В. Современное состояние производства чечевицы// Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. – № 4 (28). – С. 110-112. DOI:10.24411 2309-348X-2018-1058
3. Чечевица: площади, сборы и урожайность в 2001-2019 гг./ Экспертно-аналитический центр агробизнеса «АБ-Центр». www/ab-centre.ru
4. Задорин А.М., Уваров В.Н., Ятчук П.В., Булгакова А.К. Новый сорт чечевицы Орловская краснозёрная// Зернобобовые и крупяные культуры. –2015. – № 4 (16). – С. 47-49.
5. Суворова Г.Н., Костикова Н.О., Зотиков В.И., Иконников А.В., Уварова О.В, Яньков И.И. Новый сорт чечевицы Восточная// Земледелие. – 2014. – № 4. – С. 19-20.
6. Колесник С.И., Кобак С.Я., Дидович С.В., Саенко Н.П. Бактериальные удобрения для оптимизации азотного и фосфорного питания сои, нута, гороха, чины и чечевицы //Корма и кормопроизводство. – 2012. – № 73. – С. 145-151.
7. Телекало Н.В. Влияние инокуляции и внекорневых подкормок на урожайность сортов гороха// Зернобобовые и крупяные культуры. – 2014. – № 1 (9). – С. 16-22.
8. Коноплёв Ю.В. Влияние биологических и агротехнических факторов на формирование продукционного процесса и повышение урожайности семян новых сортов чечевицы //Автореф. канд. дисс. – Орёл, – 2004. – 21 с
9. Голопятов М.Т. Использование биологически активных веществ в технологии возделывания чечевицы. // Научно-технический бюллетень ВНИИЗБК. – Вып. 43. – Орёл, – 2005. – С. 17-22.
10. Глазова З.И. Эффективность применения органоминеральных комплексов для листовых подкормок гречихи // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2019. – № 2 (30). – С. 101-108. . DOI:10.24411 2309-348X-2019-11098
11. Высокотехнологическое производство сельскохозяйственных культур в условиях 2018 года в ООО «Дубовицкое». Программа 11 научно-практической конференции. ООО «Дубовицкое», Орловская область. – 2018. – 44 с.

### References

1. Innovative experience in lentil production.- Moscow, I66 FGBNU «Rosinformagrotekh, 2013. – 44 p. (In Russian)

2. Yatchuk, P.V. Current state of lentil production // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*.-2018.-no. 4 (28). – Pp. 110-112. (In Russian)
3. Lentils: areas, harvests and yields in 2001-2019/Ekspertno-analiticheskii tsentr agrobiznesa «AB-Tsentr». [www/ab-centre.ru](http://www/ab-centre.ru)
4. Zadorin A.M., Uvarov V.N., Yatchuk P.V., Bulgakova A.K. A new variety of lentils Orlovskaya the redgrained // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. – 2015. – no. 4 (16). – Pp. 47-49. (In Russian)
5. Suvorova G.N., Kostikova N.O., Zotikov V.I., Ikonnikov A.V., Uvarova O.V, Yan'kov I.I. New variety of lentils Vostochnaya // *Zemledelie*. – 2014. – no. 4. – Pp. 19-20. (In Russian)
6. Kolesnik S.I., Kobak S.Ya., Didovich S.V., Saenko N.P. Bacterial fertilizers for optimizing nitrogen and phosphorus nutrition of soybeans, chickpeas, peas, grass pea and lentils // *Korma i kormoproizvodstvo*. – 2012. – no. 73. – Pp. 145-151. (In Russian)
7. Telekalo N.V. Effect of inoculation and foliar feeding on yield of pea varieties // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. – 2014. – no. 1 (9). – Pp. 16-22. (In Russian)
8. Konoplev Yu.V. Influence of biological and agronomic factors on the formation of the production process and increase in seed yield of new lentil varieties // Author Summary. – Orel, 2004. – 21 p. (In Russian)
9. Golopyatov M.T. Use of biologically active substances in lentil cultivation technology.// *Nauchno-tekhnicheskii byulleten' VNIIZBK*. – Iss. 43. – Orel, 2005. – Pp. 17-22. (In Russian)
10. Glazova Z.I. Efficiency of application of organomineral complexes for buckwheat leaf fertilization // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*.-2019.-no. 2 (30).-Pp. 101-108. (In Russian)
11. High-tech crop production under the conditions of 2018 in LLC Dubovitskoye. Program of the 11th scientific-practical conference. Dubovitskoye LLC, Orlovskaya oblast'. – 2018. – 44 p. (In Russian)

УДК 632.981.635.652.2.

## ПОЧВЕННЫЕ ГЕРБИЦИДЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ФАСОЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ

**Н.А. ЧЕРНЕНЬКАЯ**, кандидат сельскохозяйственных наук  
E-mail: nadejdazbk@mail.ru

ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

*В статье представлены двухлетние данные об эффективности применения почвенных гербицидов АО «Щёлково Агрохим»: Бриг, КС (500 г/л прометрина) и Зонтран, ККР (250 г/л метрибузина) на посевах фасоли.*

*Установлено, что почвенный препарат Зонтран, ККР, также как и эталон Бриг, КС не оказывал фитотоксического действия на прорастание семян фасоли. В обработанных вариантах всходы появились одновременно с контролем, развитие фенофаз культуры протекало синхронно с контролем.*

*По биологической эффективности Зонтран, ККР не уступал эталону Бриг, КС. Его эффективность повышалась с увеличением нормы с 0,8 л/га до 1,2 л/га. Основные агроэкономические показатели: урожайность и хозяйственная эффективность с препаратом Зонтран, ККР даже с меньшей нормой 0,8 л/га были заметно выше, чем у эталона Бриг, КС с нормой 2,5 л/га.*

**Ключевые слова:** почвенные гербициды, фасоль, засоренность, биологическая эффективность, хозяйственная эффективность, урожайность.

**Для цитирования:** Черненькая Н.А. Почвенные гербициды для защиты фасоли обыкновенной. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2024; 1(49):46-51. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-1-46-51

## SOIL HERBICIDES FOR THE PROTECTION OF COMMON BEAN

**N.A. Chernenkaya**

FSBSI FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS  
E-mail: nadejdazbk@mail.ru

**Abstract:** *The article presents two-year data on the effectiveness of soil herbicides of JSC «Shchelkovo Agrochem»: Brig, KS (500 g/l prometryn) and Zontran, KKR (250 g/l metribuzin) on bean crops.*

*It was found that the soil preparation Zontran, KKR, as well as the reference Brig, KS did not have a phytotoxic effect on the germination of bean seeds. In the treated variants sprouts appeared simultaneously with the control, the development of crop phenophases proceeded synchronously with the control.*

*In terms of biological efficiency, Zontran, KKR was not inferior to the reference Brig, KS. Its efficiency increased with increasing the rate from 0.8 l/ha to 1.2 l/ha. The main agroeconomic indicators: yield and economic efficiency with the preparation Zontran, KKR even with a lower rate of 0.8 l/ha were noticeably higher than the reference Brig, KS with a rate of 2.5 l/ha.*

**Keywords:** soil herbicides, beans, weediness, biological efficiency, economic efficiency, yield.

При правильном возделывании фасоли её урожайность семян достигает 2,5-4,0 т/га и более не только в южных районах РФ, но и в ряде северных областей (Московской, Ярославской и др.) [1]. В настоящее время значительным препятствием на пути получения

высоких урожаев сельскохозяйственных культур является высокий уровень засоренности посевов. Посевы засоряются как злаковыми, так и двудольными сорняками. Наибольший вред они наносят культуре в первый период развития, когда культурные растения растут сравнительно медленно [2].

Высокая семенная продуктивность сорняков влечёт за собой огромное засорение почвы. В пахотном слое на сильно засорённых почвах число сорняков достигает 1-2 млрд/га. При этом на одно зерно высеянного культурного растения приходится свыше 200 семян сорняков [3].

Более того, уровень засоренности посевов сорняками существенно влияет не только на урожайность сельскохозяйственных культур, но и на их пораженность болезнями и повреждения вредителями, качество полученной продукции. Использование гербицидов обеспечивает эффективный контроль численности сорняков и, наряду с этим, благодаря минимизации или и полном отказе от ручного или механизированного возделывания, позволяет сохранить запасы влаги, предупредить развитие эрозионных процессов способствующих ухудшению структуры почвы [4].

При правильном подборе гербицидов с учётом видового состава сорных растений биологическая эффективность химической прополки может составлять 95-97%, что позволяет снизить потери урожая до 1% [3].

Чем раньше проведена прополка, тем более высокий может быть сохранен урожай, что позволяет рекомендовать применение гербицидов как можно раньше – до всходов, в самые ранние фазы развития культур. Почвенные или базовые гербициды используют для уничтожения нежелательной растительности до появления всходов культуры. Препараты этой группы создают защитный экран, подавляя проростки сразу нескольких волн сорняков, и на длительное время обеспечивают чистоту посевов культуры [5]. При этом формируются оптимальные условия для роста и развития культурных растений в начале их вегетации. Отсутствие конкурентов на начальных этапах онтогенеза культуры определяет ее продуктивность. В дальнейшем в условиях хорошо развитого растительного покрова более поздние волны появления сорняков теряют конкурентную способность, находятся в подавленном состоянии и не могут нанести существенный вред посевам [4].

Важное значение для эффективного использования химических средств защиты культуры от сорняков имеет выбор гербицидов. Однако в данном случае выбора нет, поскольку в Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ, есть только один препарат, разрешенный на фасоли - почвенный гербицид Бриг, КС [6].

**Цель исследований** – поиск эффективных гербицидов против широкого спектра сорняков в посевах фасоли обыкновенной.

#### **Методика проведения исследований**

Исследования проводили в лаборатории агротехнологий и защиты растений на тёмно-серой лесной среднесуглинистой и средне окультуренной почве в 2022-2023 гг.

Объект исследования – фасоль обыкновенная сорта Стрела селекции ФНЦ ЗБК. Изучалось действие почвенных гербицидов разрешенных к применению в посевах бобовых и других сельскохозяйственных культур с двумя нормами: Бриг, КС (500 г/л прометрина) – 0,5 л/га, 2,5 л/га и Зонтран, ККР (250 г/л метрибузина) – 0,8 л/га, 1,2 л/га на урожайность и качество продукции фасоли [7].

Обработку почвенными препаратами проводили за 3 дня до появления всходов фасоли, соблюдая рекомендации по их применению. Для внесения гербицидов использовали ранцевый опрыскиватель «ENIFIELD» EN12L-8A, оборудованный метровой штангой со щелевыми распылителями. Норма расхода рабочей жидкости 300л/га.

Учёты сорняков проводили перед обработкой препаратами и четырежды после обработки, через каждые 15 дней (15, 30, 45 и 60 дней).

Биологическую эффективность определяли согласно Методических рекомендаций по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве [8].

Посев фасоли проводили в оптимальные сроки (17.05.22 и 10.05.23). Способ посева – широкорядный (45 см) сеялкой СКС-6-10. Норма высева – 400 тыс. штук всхожих семян на гектар. Повторность опыта - четырёхкратная, размещение делянок - систематическое со смещением. Посевная площадь делянки – 9 м<sup>2</sup>, учётная – 5 м<sup>2</sup>.

Способ уборки – прямое комбайнирование комбайном «Samro-130». Учёт урожая поделяночный. Статистическая обработка экспериментальных данных – по Б.А. Доспехову (1985 г.).

### Результаты исследований

Двухлетние наблюдения показали прямую зависимость сроков появления всходов и эффективность почвенных препаратов от погодных условий. Агрометеорологические условия периода проведения исследований имели существенное различие на начальном этапе вегетационного периода. 2022 год отличился резкими перепадами температуры и неравномерным выпадением осадков. Из-за холодной (на 2°-3,6°С холоднее нормы) и дождливой (156%-120,5% к декадной норме) погоды в мае всходы фасоли появились только на 16 день. Повышенный температурный режим в июне – июле (на 1,8°-3,5°С выше нормы) скорректировал фазы развития культуры и вегетационный период составил 80 дней. Основное количество осадков – 126,0% выпало в третьей декаде июня и второй декаде июля – 170,4%. Сложившиеся погодные условия благоприятно сказались на формировании бобов и наливе семян. Температурные перепады во второй декаде июля (на 1,6°С холоднее нормы) и избыток осадков (170,4% декадной нормы) вызвали очаговые поражения культуры болезнями, что заметно повлияло на урожайность.

Вегетационный период 2023 года был относительно теплым и сухим, временами засушливым. В первой декаде мая выпало 54,4% осадков от декадной нормы. Этого количества влаги было достаточно для набухания и прорастания семян фасоли. Всходы культуры появились через 11 дней после посева. Однако полное отсутствие осадков во второй декаде мая и недостаточное их количество (50,6%) в третьей декаде существенно снижали эффективность почвенных гербицидов. Обильные осадки (165,3%) в третьей декаде июня в период цветения и формирования бобов способствовали хорошей урожайности фасоли.

Почвенные гербициды вносили за три дня до появления всходов. В момент обработки наблюдались единичные всходы двудольных сорняков (*марь белая* – 1 экз./м<sup>2</sup>), однолетние злаковые сорняки находились в фазе белой ниточки (3-6 экз./м<sup>2</sup>), а так же многолетние двудольные сорняки: *вьюнок полевой* в фазе розетка 6-8 листьев (1 экз./м<sup>2</sup>) и *чистец болотный* в фазе 2-4 листьев (1 экз./м<sup>2</sup>). Всходы фасоли в вариантах с обработками появились одновременно с контролем. Почвенные препараты не оказывали фитотоксического влияния на всходы культуры. В наших условиях этот показатель во многом зависел от уровня агротехники.

Холодная и дождливая погода в мае 2022 года мешала своевременному проведению весенних полевых работ. Семена фасоли были заделаны неравномерно, поэтому размах варьирования полевой всхожести (78,7%) составил более 20 % (70,1 – 90,9 %) (табл. 1).

Лимитирующим фактором для появления всходов фасоли в мае 2023 года являлись осадки. Их неравномерное выпадение увеличило довсходовый период культуры до 11 дней. Однако процент полевой всхожести довольно высокий и составил в среднем 91,2%, с размахом варьирования 5,5% (88,6-94,1%).

В конце вегетации отмечена хорошая сохранность растений фасоли – 87,5-92,0%. Здесь не наблюдается закономерность влияния гербицидов и их нормы применения на сохранность растений фасоли. Этот показатель во многом зависел от наличия повреждения фасоли почвенными вредителями и механического повреждения растений культуры.

Почвенные препараты обеспечивали полное отсутствие однолетних сорняков в течение первых двух недель, не зависимо от вида и нормы гербицида. Однако к моменту первого учёта (через 15 дней) засоренность посевов фасоли была уже довольно высокой – 120-206 экз./м<sup>2</sup>. Хотя масса сорняков составила всего 20-57 г/м<sup>2</sup>. В дальнейшем шло увеличение, как их количества, так и массы. Между тем период защитного действия почвенных гербицидов в

отношении однолетних двудольных и злаковых сорняков наблюдался в течение всего вегетационного периода.

При этом следует отметить, что эффективность препаратов во многом зависела не только от нормы, но и от погодных условий текущего периода. Так биологическая эффективность эталонного препарата Бриг, КС с нормой 0,5 г/га при благоприятных условиях увлажнения и оптимальном температурном режиме 2022 года была на уровне 23,1% (30 день), 32,8% (45 день) и 30,6% (60 день) (табл. 2). Масса однолетних сорняков здесь на 60 день была на 54,2% ниже контроля. В засушливых условиях 2023 года биологическая эффективность Бриг, КС с нормой 0,5 л/га уменьшилась на 57-77%. Общее количество сорняков снижалось всего на 10,3% (30 день), 11,6% (45 день) и 13,3% (60 день). Масса однолетних сорняков на 60 день учёта была ниже контроля всего на 10,6%. С увеличением нормы Бриг, КС до 2,5 л/га заметно увеличилась его эффективность и снижалась зависимость от погодных условий. Так в 2022 году на 30, 45, 60 дни учёта засоренность фасоли снижалась на 54,9%, 56,1% и 33,8% соответственно, масса однолетних сорняков в конце вегетации (60 день учета) была на 62,6% ниже контроля. В неблагоприятных условиях 2023 года эффективность нормы препарата – 2,5 л/га снизилась до 71-75%. Здесь на 30 и 45 дни учёта засоренность снижалась на 41,1%, 40,4% соответственно и 60,2% – на 60 день учета, а масса однолетних сорняков – на 55,2%.

Испытуемый препарат Зонтран, ККР с меньшей нормой – 0,8 л/га в 2022 году уступал по биологической эффективности эталону Бриг, КС с нормой 0,5 л/га. На 30 – ый, 45 и 60 – ые дни гербицид снижал общую засоренность на 10,1%, 23,3% и 5,0% соответственно, и на 45,1% массу однолетников в конце вегетации. Однако, в засушливых условиях 2023 года эффективность препарата Зонтран, ККР с той же нормой 0,8 л/га, в сравнение с эталоном, напротив увеличилась на 74-120%. Засоренность посевов фасоли в сравнении с контролем на 30 и 45 дни была ниже уже на 19,8%, 40,4% соответственно и на 51,4% на 60 день. Масса однолетних сорняков в данном варианте на 60 день учёта была на 44,7% ниже, чем в контроле.

С увеличением нормы препарата Зонтран, ККР до 1,2 л/га его биологическая эффективность также заметно увеличилась, не уступая при этом по эффективности эталону Бриг, КС с нормой 2,5 л/га. Здесь общая засоренность в обработанных посевах фасоли снижалась на 46,9%, 45,8%, 51,9% соответственно на 30, 45 и 60 дни. В конце вегетации масса однолетних сорняков была ниже контроля на 67,8%. В засушливый период 2023 года биологическая эффективность препарата Зонтран, ККР с нормой 1,2 л/га проявилась немного слабее, чем в предыдущем году. В сравнение с контролем общая засоренность фасоли здесь сократилась на 18,6%, 44,0% и 44,2% соответственно на 30, 45 и 60 дни учёта, и на 60,6% – масса однолетних сорняков (табл. 2).

Следует отметить, что многолетние сорняки не входят в спектр действия почвенных гербицидов, между тем их масса от общей засоренности посева составляла около 20-48%.

Применяемые почвенные препараты способствовали созданию условий для увеличения урожайности фасоли. Во всех вариантах опыта получена достоверная прибавка (табл. 3). По результатам наблюдений установлено, что такие показатели как урожайность культуры и хозяйственная эффективность не имеют прямой зависимости от биологической эффективности препарата. В течение всего периода наблюдений урожайность (14,9 ц/га, 21,5 ц/га) в вариантах с Зонтран, ККР, даже с меньшей нормой препарата, была заметно выше, чем с эталоном Бриг, КС с нормой 2,5 л/га (13,8 ц/га, 20,9 ц/га). Средняя прибавка за два года с Зонтран, ККР составила 3,7 ц/га, 4,1 ц/га; а с эталоном Бриг, КС – 2,2 ц/га, 2,9 ц/га. При этом хозяйственная эффективность гербицида Зонтран, ККР составила 125,5-128,3%, у Бриг, КС – 114,5-120,0%. Сильное варьирование урожайности культуры по годам указывает на высокую степень зависимости этого показателя от метеоусловий периода вегетации.

Таблица 1

**Влияние почвенных гербицидов на всхожесть и сохранность растений фасоли**

Варианты опыта	Полевая всхожесть					Сохранность				
	2022		2023		×, %	2022		2023		×, %
	шт./м <sup>2</sup>	%	шт./м <sup>2</sup>	%		шт./м <sup>2</sup>	%	шт./м <sup>2</sup>	%	
Контроль	34,0	70,1	38,5	91,7	80,0	32,4	95,0	37,1	96,0	88,0
Бриг, КС – 0,5 л/га	44,1	90,9	37,9	90,2	90,6	42,0	95,0	33,7	89,0	92,0
Бриг, КС – 2,5 л/га	36,4	75,8	37,2	88,6	82,2	32,9	90,0	31,6	85,0	87,5
Зонтран, ККР – 0,8 л/га	37,8	78,0	39,5	94,1	86,1	33,1	88,0	37,5	95,0	91,5
Зонтран, ККР – 1,2 л/га	38,2	78,8	38,3	91,2	85,0	32,9	86,0	37,2	97,0	91,5

Таблица 2

**Биологическая эффективность почвенных гербицидов в посевах фасоли**

Варианта опыта	День учета	Количество сорных растений				Масса сорных растений					
		2022		2023		2022			2023		
		экз./м <sup>2</sup>	эффектив-ность, %	экз./м <sup>2</sup>	эффектив-ность, %	г/м <sup>2</sup>		эффектив-ность, %	г/м <sup>2</sup>		эффектив-ность, %
						одно-летние	много-летние		одно-летние	много-летние	
Контроль	30	328	-	253	-						
	45	369	-	277	-						
	60	281	-	294	-	1365	60	-	850	310	-
Бриг, КС - 0,5 л/га	30	252	23,1	227	10,3		-	-			
	45	248	32,8	245	11,6						-
	60	195	30,6	255	13,3	625	420	54,2	760	390	10,6
Бриг, КС – 2,5 л/га	30	148	54,9	149	41,1	-	-	-			
	45	162	56,1	165	40,4						-
	60	186	33,8	117	60,2	510	130	62,6	380	355	55,2
Зонтран, ККР – 0,8 л/га	30	295	10,1	203	19,8	-	-	-			
	45	283	23,3	165	40,4						
	60	268	5,0	143	51,4	750	200	45,1	470	45	44,7
Зонтран, ККР – 1,2 л/га	30	174	46,9	206	18,6	-	-	-			
	45	200	45,8	155	44,0						
	60	135	51,9	164	44,2	440	165	67,8	335	315	60,6

Таблица 3

**Влияние почвенных гербицидов на урожайность фасоли Стрела**

Варианты	Урожайность, ц/га		Среднее за два года		Хозяйственная эффективность, %
	2022	2023	ц/га	+/- к контролю К°	
Контроль – без обработки (К°)	10,4	18,6	14,5	-	100
Бриг, КС – 0,5 л/га	13,6	19,6	16,6	+ 2,2	114,5
Бриг, КС – 2,5 л/га	13,8	20,9	17,4	+ 2,9	120,0
Зонтран, ККР – 0,8 л/га	14,9	21,5	18,2	+ 3,7	125,5
Зонтран, ККР – 1,2 л/га	15,0	22,1	18,6	+ 4,1	128,3
НСР <sub>05</sub>	1,12	1,07			

**Заключение**

Почвенный гербицид Зонтран, ККС также как и эталон Бриг, КС не оказывал фитотоксического действия на прорастание семян фасоли. Всходы в обработанных вариантах появились одновременно с контролем.

По биологической эффективности Зонтран, ККР не уступал эталону Бриг, КС. Его эффективность повышалась с увеличением нормы с 0,8 л/га до 1,2 л/га. Основные агроэкономические показатели: урожайность (14,9 ц/га, 21,5 ц/га) и хозяйственная эффективность (125,5%) с препаратом Зонтран, ККР даже с меньшей нормой – 0,8 л/га были выше, чем с эталон Бриг, КС с нормой 2,5 л/га.

**Литература**

1. Борьба с сорняками на фасоли. <https://o-g-o-r-o-d.ru/borba-s-sornyakami-na-fasoli/>
2. Перспективная ресурсосберегающая технология производства фасоли: методические рекомендации – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 36 с.
3. Сорока С.В., Сорока Л.И. Распространённость и вредоносность сорных растений в посевах озимых зерновых культур в Беларуси // РУП «Ин-т защиты растений». – Минск: Колоград, 2016. – 132 с.
4. Современные технологии выращивания фасоли. <https://gidmark.ru>
5. Почвенные гербициды – надежная защита от сорняков. [https://vk.com/wall-132231534\\_721](https://vk.com/wall-132231534_721).
6. Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации 2022. <https://www.pesticidy.ru>
7. Каталог – Щелково Агрохим – 2021, - АО «Щелково Агрохим». <https://www.betaren.ru>
8. Методические рекомендации по проведению регистрационных испытаний гербицидов. ФГБНУ ВИЗР, Санкт-Петербург, 2020. – 80 с.

**References**

1. Weed control on beans. <https://o-g-o-r-o-d.ru/borba-s-sornyakami-na-fasoli/>
2. Promising resource-saving technology for bean production: methodological recommendations - Moscow, FGNU «Rosinformagrotekh», 2010. – 36 p. (In Russian)
3. Soroka S.V., Soroka L.I. Prevalence and harmfulness of weeds in winter grain crops in Belarus // RUP «In-t zashchity rastenii». – Minsk: Kolograd, 2016. – 132 p. (In Russian)
4. Modern bean cultivation technologies. <https://gidmark.ru>
5. Soil herbicides - reliable protection against weeds. [https://vk.com/wall-132231534\\_721](https://vk.com/wall-132231534_721).
6. Directory of pesticides and agrochemicals authorized for use on the territory of the Russian Federation 2022. <https://www.pesticidy.ru>
7. Catalog - Shchelkovo Agrochem – 2021, АО «Shchelkovo Agrokhim». <https://www.betaren.ru>
8. Methodological recommendations for conducting registration trials of herbicides. FGBNU VIZR, Sankt-Peterburg, 2020. – 80 p. (In Russian)

## ОЦЕНКА КОЛЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ГОРОХА ПО ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫМ ПРИЗНАКАМ

**Р.В. БЕЛЯЕВА**, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

*В статье обобщены результаты изучения 35 образцов гороха посевного *Pisum sativum* L. коллекции ВИР. Исследования проводили в 2021-2023 гг. в полевом севообороте ФГБНУ ФНЦ ЗБК. Показано, что изученные образцы имеют существенные различия по комплексу морфологических признаков и показателей, слагающих структуру урожая. Выделены источники ценных признаков, рекомендуемые для включения в селекционный процесс.*

**Ключевые слова:** коллекция, горох, образец, источники, продуктивность.

**Для цитирования:** Беляева Р.В. Оценка коллекционного материала гороха по хозяйственно ценным признакам. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2024; 1(49):52-59. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-1-52-59

## EVALUATION OF PEA COLLECTION MATERIAL FOR ECONOMICALLY VALUABLE TRAITS

**R.V. Belyaeva**

FSBSI FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS

**Abstract:** *The article summarizes the results of studying 35 accessions of pea *Pisum sativum* L. of the VIR collection. The research was conducted in 2021-2023 in field crop rotation of Federal Scientific Center of Legumes and Groat Crops. It is shown that the studied samples have significant differences in the complex of morphological features and indicators composing the yield structure. Sources of valuable traits recommended for inclusion in the breeding process are identified.*

**Keywords:** collection, pea, sample, sources, productivity.

Селекционная работа с культурой гороха в ФНЦ зернобобовых и крупяных культур ведется по нескольким направлениям: на повышение продуктивности и качества зерна за счет совершенствования морфотипа растений, на повышение адаптивности и технологичности новых сортов [1, 2]. Перспективным направлением в селекции гороха стало создание сортов морфотипа хамелеон с высоким биоэнергетическим потенциалом и способных формировать высокие урожаи зерна [3]. Интерес представляет направление селекции на засухоустойчивость, на основе которой создан новый засухоустойчивый сорт гороха Столетник, технологичный, с высокими кулинарными достоинствами [4]. Важным направлением стала селекция на повышение эффективности симбиотической азотфиксации [5].

Селекционные работы ведутся с привлечением коллекционного материала, поэтому очень важно не только заниматься поддержанием коллекции гороха, но и проводить ее изучение с целью поиска исходного материала для использования в селекции.

**Цель исследования** – размножение коллекционных образцов гороха, изучение их морфологических и биологических характеристик, поиск источников хозяйственно ценных признаков для использования в селекционных программах.

### **Материал и методика исследований**

Материалом для исследования служили 35 образцов гороха *Pisum sativum* L. коллекции ВИР различных направлений использования, разнообразных по набору морфологических признаков. Коллекция включала местные образцы, сорта и формы отечественной и зарубежной селекции.

Образцы высевали в полевом севообороте ФНЦ ЗБК в 2021...2023 гг. Подготовка почвы проводилась по общепринятой методике. Предшественник – чистый пар. Почва опытных участков тёмно-серая лесная суглинистая.

Изучение и описание коллекции проводили в соответствии с Методическими указаниями ВИР и Классификатором рода *Pisum* [6,7]. Образцы коллекции сеяли вручную с площадью питания растений 5 x 20 см, по 2 рядка на делянках площадью 1 м<sup>2</sup>. Уход за посевами проводили в течение всего вегетационного периода. Уборка проводилась вручную по мере созревания.

Структурный анализ растений гороха выполняли по следующим признакам: длина стебля; число непродуктивных узлов; число продуктивных узлов; число бобов; число семян на растении; масса семян; масса растения; масса 1000 семян.

Статистическая обработка данных осуществлялась с использованием программы Microsoft Excel.

Погодные условия в течение периодов вегетации 2021-2023 гг. имели отличия: 2021 год был засушливым ГТК = 0,8; 2022 и 2023 годы слабо засушливыми ГТК = 1,1.

### **Результаты и их обсуждение**

В таблице 1 представлена характеристика коллекционных образцов гороха, указаны: номер Каталога ВИР, их происхождение и другие показатели.

В 2021...2023 гг. средняя продолжительность периода посев - всходы у изученных образцов гороха составила 10...14 суток, всходы – цветение – 29...44 суток, цветение – созревание 20...52 суток. По продолжительности периода вегетации все коллекционные образцы гороха были подразделены на группы:

– скороспелые – всходы-созревание 52...65 суток (к-3492, к-4695, к-5975, к-7167, к-7365);

– среднеспелые – всходы-созревание 67...73 суток (к-5919, к-638, к-7312, к-7319, к-7472, к-7460, к-7858, к-8846, к-9267, к-9432, к-6586, к-6965, к-8310, к-8851, к-7213, к-9220);

– позднеспелые – всходы-созревание 75...83 суток (к-177, к-7078, к-8394, к-8392, 8403, к-1372, к-6664, к-6998, к-7041, к-7540, к-2498, к-2762, к-8313, к-958).

По результатам трехлетних испытаний из коллекции выделены образцы, отличающиеся самым коротким вегетационным периодом – к-7365, к-5975, к-3492, к-7167 и к-4695 (табл. 2).

**Характеристика коллекционных образцов гороха**

№ п/п	№ по каталогу ВИР	Название образца	Происхождение	Цветок (окраска)	Семена (окраска)	Форма семян	Примечание
1.	177	Dwarf sugar	США	красно-пурпурная	зеленовато серая, фиолетовая крапчатость	угловатая	
2.	638	Sutton's Excelsior	Великобритания	белая	зеленая	сдавленная, морщинистые	
3.	958	Без названия	Узбекская ССР	красно-пурпурная	зеленовато серая	угловатая	
4.	1372	Сахарный зеленый ранний	Германия	белая	желтая	округлая	
5.	2498	Местная смесь	Турция	красно-пурпурная	зеленовато серая, коричневая пятнистость	угловатая	
6.	2762	Atar	Эфиопия	красно-пурпурная	зеленовато серая, фиолетовая крапчатость	угловатая	
7.	3492	Matador	Германия		зеленая	сдавленная	
8.	4695	Mammoth Podded Extra-Early	Великобритания	белая	зеленая	овально-удлиненная	черный рубчик
9.	5919	Cerosa	ГДР	белая	желтая	угловатая	
10.	5975	Hurst 2	Великобритания	белая	зеленая	округлая	
11.	6586	Obrazcov ciflik 17	Болгария	белая	желтая	округлая	
12.	6664	Bibosena	Боливия	белая	желтая	округлая	
13.	6965	Орленок	Орловская обл.	белая	сизо-зеленая	округлая	
14.	6998	Arvika	Чехословакия до 1990 г.	красно-пурпурная	зеленовато серая, фиолетовая пятнистость	сдавленная	
15.	7041	Местный	Монголия	белая	желтая	округлая	
16.	7078	Libertad A-1	Перу	белая	желтая	округлая	
17.	7167	Скороспелый 18	Хакасия	красно-пурпурная	зеленовато серая	сдавленная	
18.	7213	Рамонский 4365-66	Воронежская обл.	белая	желтая	округлая	
19.	7312	Омский 6	Омская обл.	белая	желтая	округлая	
20.	7319	Местный	Горно-Алтайский АО	белая	желтая	округлая.	
21.	7365	Ode-Danielle	Нидерланды	белая	сизо-зеленая	угловатая	
22.	7460	Mutant 130A Homo	ФРГ до 1990 г.	белая	желтая	округлая	

Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» № 1 (49) 2024 г.

23.	7472	Ирэндек	Башкирия	белая	желтая	округлая	
24.	7540	б/н	Португалия	красно-пурпурная	желтовато серая, фиолетовая крапчатость	угловатая	
25.	7858	Е.С.6209	Индия	белая	желтая	округлая	
26.	8310	Akacia	Чехословакия	белая	сизо-зеленая	округлая	
27.	8313	Terras brunschwiege	ФРГ до 1990 г.	белая	сизо-зеленая	угловатая	
28.	8392	Schweizen riesen goldgeib	ФРГ до 1990 г.	красно-пурпурная	желтовато серая	угловатая, сдавленная	
29.	8394	б/н	Италия	красно-пурпурная	зеленовато серая, фиолетовая крапчатость	угловатая	
30.	8403	ОР-2156	Орловская обл.	белая	желтая	округлая	усатый лист
31.	8846	Atol	Чехословакия	белая	сизо-зеленая	округлая	
32.	8851	Весела (23Е)	Болгария	белая	желтая	округлая	
33.	9220	НС-01-229	Болгария	белая	сизо-зеленая	овально- удлиненная	
34.	9267	Blixt-195	Франция	красно-пурпурная	желтовато серая, коричневая пятнистость	угловатая	
35.	9432	Эффектный	Украина	белая	желтая	округлая	усатый лист черный рубчик

Таблица 2

**Образцы гороха, выделенные по скороспелости**

№ кат. ВИР	Название	Продолжительность вегетационного периода, сут.				Число непродуктивных узлов, $\bar{x}$
		2021 г.	2022 г.	2023 г.	$\bar{x}$	
к-3492	Matador	62	65	59	62	9
к-4695	Mammoth Podded Extra-Early	62	65	67	65	12
к-5975	Hurst 2	52	58	59	56	8
к-7167	Скороспелый 18	60	65	62	62	14
к-7365	Ode-Danielle	57	53	48	52	11

Масса растения у коллекционных образцов изменялась от 6,2 - 6,6 г (к-5975 и к-7365) до 22,3 г (к-6998), составив в среднем по образцам 15,2 г.

Длина стебля у изученных образцов гороха в среднем за три года варьировала от 30 см (к-5975) до 131 см (к-8392), составив в среднем по коллекции 82 см. Самыми короткостебельными были образцы с длиной стебля 30...50 см (к-5975, к-3492, к-5919, к-7365, к-8403, к-9220, к-8313) (табл. 3). Короткостебельные образцы в сравнении с высокорослыми формами, как правило, имели меньше узлов на стебле и короче междоузлия. Самые короткостебельные образцы были самыми скороспелыми.

Таблица 3

**Короткостебельные образцы гороха**

№ кат. ВИР	Название	Длина стебля, см				Число узлов $\bar{x}$
		2021 г.	2022 г.	2023 г.	$\bar{x}$	
к-3492	Matador	32,0	39,0	32,0	35,0	13
к-5919	Cerosa	27,0	40,3	40,0	36,0	16
к-5975	Hurst 2	27,0	33,0	30,0	30,0	12
к-7365	Ode-Danielle	36,0	35,0	38,0	36,0	15
к-8313	Terras brunschwiege	37,0	59,4	53,0	50,0	17
к-8403	OP-2156	37,0	47,4	45,0	43,0	18
к-9220	HC-01-229	39,0	57,3	49,0	48,0	18

Образцы к-958, к-2498, к-2762, к-6998, к-8392, к-8394 были самыми высокорослыми с длиной стебля от 121 до 131 см (табл. 4). Высокороослые образцы были более позднеспелыми. Все высокорослые образцы имели окрашенные цветки, то есть относились к кормовому гороху (пелюшки).

Таблица 4

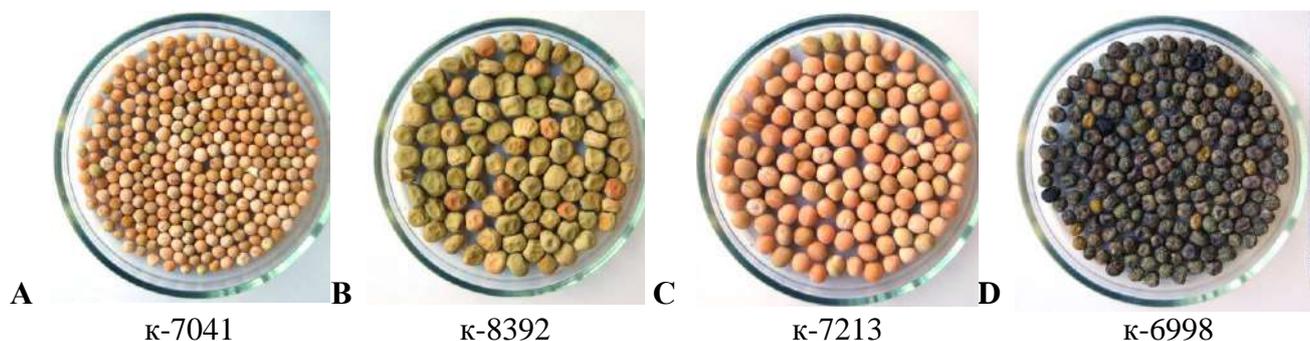
**Высокороослые образцы гороха**

№ кат. ВИР	Название	Длина стебля, см				Число узлов, $\bar{x}$
		2021 г.	2022 г.	2023 г.	$\bar{x}$	
к-958	б/н	105,0	146,0	137,0	129,0	24
к-2498	Местная смесь	111,0	127,0	124,0	121,0	23
к-2762	Atar	103,0	139,0	122,0	121,0	23
к-6998	Arvika	102,0	141,0	136,0	126,0	26
к-8392	Schweizen riesen goldgeib	101,0	148,0	141,0	131,0	25
к-8394	б/н	112,0	137,0	137,0	129,0	25

Масса 1000 семян в среднем по коллекции составила 179 г, варьируя от 71,3 г (к-7041) до 265 г (к-8392) (рис. А, В). В таблице 5 представлены образцы с массой 1000 семян от 221 до 265 г.

**Образцы гороха, выделенные по массе 1000 семян**

№ кат. ВИР	Название	Масса 1000 семян, г			
		2021 г.	2022 г.	2023 г.	$\bar{x}$
к-3492	Matador	173,6	269,2	228,0	224,0
к-7312	Рамонский 4365-66	221,0	264,0	238,0	241,0
к-7540	б/н	215,0	238,0	248,0	234,0
к-8392	Schweizen riesen goldgeib	257,8	256,0	281,0	265,0
к-8394	б/н	208,3	232,0	261,0	234,0
к-9432	Эффектный	190,8	227,0	245,0	221,0



*Рис. Семена гороха коллекционных образцов: к-7041 - мелкосемянный местный образец, к-8392-крупносемянная пелюшка, к-7213 – высокопродуктивный белоцветковый сорт, к-6998 – высокопродуктивная пелюшка*

В среднем за годы изучения число бобов у коллекционных образцов гороха изменялось от 3,9-4,0 (к-5975, к-7365, к-7540) до 14-15 (к-6998, к-958) на растение, число семян с растения колебалось от 15 (к-5975) до 72 (к-7041).

Масса семян с растения в среднем за 2021...2023 гг. находилась в пределах 3,1 г (к-5975) – 9,1 г (к-7858, к-8846, к-8851), составив в среднем по коллекции 6,8 г на растение. Образцы к-7213, к-8313, к-6998, к-8310, к-177, к-8846, к-8851, к-7858 имели самую высокую семенную продуктивность растений от 8,1 г до 9,1 г (табл. 6). Высокопродуктивные формы встречались как среди белоцветковых, так и среди красноцветковых образцов (рис. 1 С, D).

Таблица 6

**Сорта гороха, выделенные по массе семян с растения**

№ кат. ВИР	Страна происхождения	Масса семян с растения, г/раст.			
		2021 г.	2022 г.	2023 г.	$\bar{x}$
к-177	Dwarf sugar	3,8	9,4	13,7	8,7
к-6998	Arvika	7,3	6,7	11,3	8,4
к-7213	Рамонский 4365-66	4,3	9,2	10,7	8,1
к-7858	Е.С.6209	6,5	9,1	11,7	9,1
к-8310	Акасия	4,1	10,6	11,1	8,6
к-8313	Terras brunschwiege	3,2	10,9	10,5	8,2
к-8846	Атол	4,9	10,1	12,3	9,1
к-8851	Весела (23Е)	6,9	10,7	9,8	9,1

По средним значениям за 3 года исследований были рассчитаны коэффициенты корреляции между всеми анализируемыми признаками (табл. 7). Признак семенная продуктивность растений на данном наборе образцов положительно коррелировал с признаками число бобов ( $r = 0,43$ ), число семян ( $r = 0,56$ ) и масса растения ( $r = 0,82$ ). Число бобов и число семян положительно коррелировали с числом продуктивных узлов на

растении. Показана также положительная корреляция между продуктивностью растений и продолжительностью вегетационного периода ( $r = 0,51$ ), позднеспелые образцы были более урожайными. Не отмечено значимой связи между семенной продуктивностью и длиной стебля. Все признаки определяющие структуру урожая и морфотип растения, за исключением массы 1000 семян, положительно коррелировали с продолжительностью вегетационного периода. Показана отрицательная связь между крупностью семян и такими показателями как число бобов ( $r = -0,53$ ), число семян ( $r = -0,69$ ) и число продуктивных узлов ( $r = -0,61$ ). Таким образом, признаки определяющие структуру урожая, такие как число бобов и число семян, а также продолжительность вегетационного периода положительно влияют на семенную продуктивность растений гороха. Тогда как, значимой связи между продуктивностью растений и длиной стебля, а также крупностью семян выявлено не было.

Таблица 7

**Коэффициенты корреляции между продуктивностью растений и другими биологическими признаками гороха**

Признаки	Вег. период	Длина стебля	Число непрод. узлов	Число прод. узлов	Число бобов	Масса растения	Число семян	Масса семян	Масса 1000 семян
Вег. период	1,00								
Длина стебля	0,64*	1,00							
Число непрод. узлов	0,66*	0,82*	1,00						
Число прод. узлов	0,57*	0,68*	0,40*	1,00					
Число бобов	0,63*	0,42*	0,30*	0,76*	1,00				
Масса растения	0,70*	0,52*	0,52*	0,52*	0,64*	1,00			
Число семян	0,52*	0,38*	0,34*	0,70*	0,77*	0,63*	1,00		
Масса семян	0,51*	0,24	0,32	0,21	0,43*	0,82*	0,56*	1,00	
Масса 1000 семян	-0,10	-0,13	0,03	-0,61*	-0,53*	-0,06	-0,69*	0,12	1,00

\* корреляции значимы при  $P < 0,05$

### Заключение

В результате изучения коллекционных образцов гороха за 2021...2023 гг. выделены следующие источники хозяйственно полезных признаков для включения в селекционный процесс:

- по скороспелости – к-7365, к-5975, к-3492, к-7167, к-4695;
- по длине стебля (короткостебельности) – к-5975, к-3492, к-5919, к-7365, к-8403, к-9220, к-8313;
- по семенной продуктивности – к-7213, к-8313, к-6998, к-8310, к-177, к-7858, к-8846, к-8851;
- по крупности семян – к-9432, к-3492, к-7540, к-8394, к-7312 и к-8392.

### Литература

1. Зотиков В.И., Вилюнов С.Д. Современная селекция зернобобовых и крупяных культур в России // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2021. – № 25 (4). – С. 381-387.
2. Задорин А.М., Кононова М.Е. Новые приоритеты в селекции гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2023. – № 3 (47). – С. 14-18. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-3-14-18
3. Зеленев А.Н., Зеленев А.А. Сто лет Орловской селекции гороха. Итоги и перспективы // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2022. – № 2 (42). – С. 41-59. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-2-41-59

4. Соболева Г.В., Зеленев А.А., Задорин А.М., Кононова М.Е., Суворова Г.Н. Новый сорт гороха Столетник // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2022. – № 2 (42). – С. 60-65. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-2-60-65
5. Наумкина Т.С., Васильчиков А.Г., Гурьев Г.П. и др. Повышение эффективности биологической азотфиксации зернобобовых культур // *Земледелие*. – 2012. – № 5. – С. 21-23.
6. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение: методические указания / Вишнякова М.А., Сеферова И.В., Буравцева Т.В. и др. – СПб, ВИР, – 2018. – 143 с.
7. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ рода *Pisum* L. /Макашева Р., Белехова К., Корнейчук В., Леманн Хр., Перелкова А./– Л., ВИР, – 1981. – 46 с.

#### References

1. Zotikov V.I., Vilyunov S.D. Modern breeding of leguminous and cereal crops in Russia // *Vavilovskii zhurnal genetiki i seleksii*. – 2021. – no. 25 (4). – Pp. 381-387.
2. 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
3. Zelenov A.N., Zelenov A.A. One hundred years of Orel pea breeding. Results and prospects // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. – 2022. – no. 2(42). – Pp. 41-59. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-2-41-59
4. Soboleva G.V., Zelenov A.A., Zadorin A.M., Kononova M.E., Suvorova G.N. New pea variety Stoletnik // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. – 2022. – no. 2(42). – Pp. 60-65. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-2-60-66
5. Naumkina T.S., Vasil'chikov A.G., Gur'ev G.P. et al. Increasing the efficiency of biological nitrogen fixation of leguminous crops // *Zemledelie*. – 2012. – no. 5. - Pp. 21-23.
6. Collection of world genetic resources of grain legumes of VIR: replenishment, conservation and study: methodical instructions / Vishnyakova M.A., Seferova I.V., Buravtseva T.V. et al. – SPb, VIR, 2018. – 143 p.
7. A broad unified BMS classifier and an international BMS classifier of the genus *Pisum* L./Makasheva R., Belekhova K., Korneichuk V., Lemann Khr., Perelkova A./- L., VIR, 1981. 46 p.

УДК 631.559: 633.13

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ АДАПТИВНОСТИ ПЛЕНЧАТЫХ И ГОЛОЗЕРНЫХ СОРТОВ ОВСА ЯРОВОГО В УСЛОВИЯХ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

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

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

**Е.Н. МЕРЦАЛОВ\***, научный сотрудник, E-mail: motor\_tech@yandex.ru

ШАТИЛОВСКАЯ СХОС – ФИЛИАЛ ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ  
КУЛЬТУР

\*ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

Исследования проводили на выщелоченном черноземе, тяжелого гранулометрического состава, среднемощном, на лессовидном карбонатном суглинке, с высоким содержанием гумуса (6,7-6,9%), средним (41-43 мг/кг) подвижного фосфора и обменного калия 120-131 мг/кг почвы (по Чирикову) с целью сравнительной оценки показателей адаптивности пленчатых и голозерных сортов овса ярового по урожайности в контрастных погодных условиях юго-востока Орловской области. Нестабильные погодные условия в период вегетации существенно влияли на изменчивость урожая зерна испытываемых сортов овса, коэффициент вариации (V%) по сортам за 2020-2022 гг. варьировал в пределах 8-33% и за 2020-2023 гг. – 18-29%. Размах колеблемости урожая между наиболее и наименее урожайными 2023 и 2020 гг. составил у пленчатых сортов – Буланный – 1,6 т/га, Яков – 2,0 т/га, Львовский – 82-2,4 т/га, Лев – 2,3 т/га, у голозерных – Самсон 57 – 2,8 т/га и Немчиновский 61 – 1,6 т/га. Определена положительная корреляционная связь между средними урожаями сортов овса за 2020-2022 гг. и 2020-2023 гг. и компенсаторной способностью  $(Y_{\min} + Y_{\max}) / 2$  -  $r=0,95$  и  $r=0,90$ , коэффициентом адаптивности  $KA$  -  $r=0,99$  и  $r=0,99$  и дисперсией  $S_i^2$  -  $r=0,38$  и  $r=0,41$ . Из сравниваемых сортов пленчатых сортов овса в 2020-2023 гг. оптимальному сочетанию средней урожайности – 3,83 т/га и 3,68 т/га с показателями  $(Y_{\min} + Y_{\max}) / 2$  5,45 и 5,20,  $KA$  1,58 и 1,54,  $S_i^2$  5,37 и 4,59 и суммой рангов 24 и 23 соответствовали сорта пленчатого овса Буланный и Яков. Сорт голозерного овса Самсон 57, в сравнении с сортом Немчиновский 61 выделился большей урожайностью – 3,13 и 3,55 т/га, высокими значениями  $(Y_{\min} + Y_{\max}) / 2$  -3,05 и 4,40,  $KA$  – 0,99 и 1,52. Из сортов голозерного овса по сумме рангов за 2020-2022 гг. и 2020-2023 гг. наиболее адаптирован к условиям юго-востока Орловской области сорт Самсон 57 (16 и 21), наименее – сорт Немчиновский 61 (32 и 37).

**Ключевые слова:** овес яровой, пленчатые и голозерные сорта, урожайность, стрессоустойчивость, пластичность, стабильность, гомеостатичность (*Avena sativa* L.).

**Для цитирования:** Мазалов В. И., Небытов В. Г., Мерцалов Е.Н. Сравнительная оценка показателей адаптивности пленчатых и голозерных сортов овса ярового в условиях Орловской области. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2024; 1(49):60-68. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-1-60-68

## COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE ADAPTABILITY OF FILMY AND NAKED SPRING OAT VARIETIES IN THE CONDITIONS OF THE OREL REGION

Mazalov V. I., Nebytov V. G., Mertsalov E.N.\*

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

\*FSBSI FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS

**Abstract:** *The studies were carried out on leached chernozem, heavy granulometric composition, medium-sized, loess-like carbonate loam, with a high humus content (6,7-6,9%), average (41-43 mg/kg) mobile phosphorus and exchangeable potassium ( $K_2O$ ) 120-131 mg/kg of soil (according to Chirikov). for the purpose of comparative assessment of the adaptability of filmy and naked varieties of spring oats in terms of yield in contrasting weather conditions in the south-east of the Orel region. Unstable weather conditions during the growing season significantly affected the variability of the grain yield of the tested oat varieties, the coefficient of variation (V%) for varieties for 2020-2022 varied between 8-33% and for 2020-2023 - 18-29%. The range of crop fluctuations between the most and least productive in 2023 and 2020 was 1.6 t/ha for filmy varieties - Bulanyj, -2,0 t/ha, Yakov, -2,0 t/ha, Lgovskij 82 - 2,4 t/ha, Lev - 2,3 t/ha, naked - Samson 57 -2,8 t/ha and Nemchinovskij 61 - 1,6 t/ha. A positive correlation was determined between the average yields of oat varieties for 2020-2022 and 2020-2023 and the compensatory capacity  $(Y_{min} + Y_{max}) / 2$  -  $r = 0,95$  and  $r = 0,90$ , the coefficient of adaptivity of KA -  $r = 0,9$  and  $r = 0,99$  and the dispersion of  $Si^2$  -  $r = 0,38$  and  $r = 0,41$ . Of the compared varieties of filmy oats in 2020-2023, the optimal combination of average yields - 3,83 t/ha and 3,68 t/ha with indicators  $(Y_{min} + Y_{max}) / 2$  5,45 and 5,20, KA -1,58 and 1,54,  $Si^2$  5,37 and 4,59 and the sum of ranks 24 and 23 corresponded to the varieties of filmy oats Bulanyj and Yakov. The naked oat variety Samson 57, in comparison with the Nemchinovskij 61 variety, stood out with higher yields - 3,13 and 3,55 t/ha, high values  $(Y_{min} + Y_{max}) / 2$  -3,05 and 4,40, KA - 0,99 and 1,52. Of the varieties of naked oats, according to the sum of the ranks for 2020-2022 and 2020-2023, the Samson variety 57 (16 and 21) is the most adapted to the conditions of the south-east of the Orel region, the Nemchinovskij 61 variety 61 (32 and 37) is the least adapted.*

**Keywords:** spring oats, filmy and naked varieties, yield, stress resistance, plasticity, stability, homeostaticity (*Avena sativa* L.).

В европейской части дореволюционной России овес являлся основной зернофуражной культурой крестьянского хозяйства. В Тульской губернии на долю овса в 1912 году приходилось 38% общей посевной площади. Массового размножения сортовых семян в дореволюционной России не отмечалось, однако популяция овса под названием Шатиловского из имения Шатиловых Моховое получила широкую известность. Свое происхождение Шатиловский овес, вел от французского овса, пакет, с семенами которого был получен в 1830 году от Московского общества сельского хозяйства. С 1847 года Шатиловский овес стал пользоваться широким торговым спросом и упоминаться в сельскохозяйственной литературе как самостоятельный сорт русского овса под названием Шатиловского (И.И. Шатилов 1896) «Shatilowsky – Hafer» (Hugo Werner, 1885). Солома Шатиловского овса бледно-розовая, метелка с длинными ветвями, слабо поражалась ржавчиной, охотно поедалась скотом и рабочими лошадьми (И.И. Шатилов, 1896). Изучение зарубежных и местного Шатиловского овса на Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции было начато В. В. Винером в 1899 году. В благоприятных по влагообеспеченности годы более урожайными были немецкие сорта овса – Гейне и Андербекский с тяжелым зерном и крупной метелкой. Местный Шатиловский овес в неблагоприятных условиях был более урожайным, чем ранние канадский и шведский сорта Свалефской селекционной станции (В.В. Винер, 1906). Шатиловский овес из имения Моховое, послужил исходной формой для селекции сорта Шатиловский 033 и Шатиловский 56. П.И. Лисицын получил авторское свидетельство за номером два на селекционное достижение – сорт Шатиловский 56, районированный в 1929 году. Позднее по результатам гибридизации сортов Шатиловский 56 х Льговский 45-1092 был выведен сорт овса Орловский. Контрастные погодные условия оказывали существенное влияние на рост и развитие растений, ограничивая формирование высокой урожайности овса, вызывая колебание по годам [1-8]. Так, Шатиловский овес в семеноводческом имении Шатиловых Моховое выделялся высокой урожайностью, варьировавшей по годам от погодных условий.

За 94 года средняя урожайность овса составила – 1,49 т/га и варьировала в пределах от 0,79 до 2,38 т/га,  $V = 21\%$ . Самые высокие урожаи овса – 2,38 и 2,26 т/га были получены в

1831 и 1870 гг. Но и в менее урожайные, засушливые, 1884, 1885 и 1891 годы, когда повсеместно по соседству крестьяне не имели возможности убрать урожай, и стравливали посеы на корм скоту, были получены сравнительно хорошие урожаи овса – 1,27, 1,13 и 1,60 т/га. В 1898 году благодаря глубокой вспашке посеы овса выдержали майскую засуху. Урожай овса в Моховом составил 1,58 т/га и был больше на 0,56 т/га, чем по Новосильскому уезду Тульской губернии. Влажные погодные условия 1881 и 1887 гг. способствовали более высокому – 1,64 и 1,53 т/га урожаю зерна овса (И.И. Шатилов, 1896).

Овес – ценная кормовая и продовольственная культура, наилучший компонент в смешанных посевах с горохом и викой. Зерно овса отличается высокой питательностью, его используют при откорме животных и птицы, в производстве комбикормов, круп, овсяных хлопьев, муки и кондитерских изделий. Несмотря на наличие в зерне высокого содержания усвояемых питательных веществ, посевные площади овса в РФ с 1992 г. по 2022 г сократились на 75%, с 8,5 до 2,2 млн. га. Снижение посевных площадей, занятых под овсом с 21,1 тыс. га (2016 г.) до 13,0 тыс. га (2022 г) отмечается в Орловской области. Урожайность культуры в 2017-2022 гг. составляла – 2,8-3,3 т/га. Основная причина падения интереса к овсу – замещение посевов более рентабельными культурами – яровой и озимой пшеницей, кукурузой на зерно, подсолнечником и соей. На урожайность, качество зерна овса существенно влияют неблагоприятные погодные условия, вариабельность урожайности по годам от контрастных погодных условий колеблется в пределах 60-80% [9, 10]. В связи с существенным, на 62% уменьшением площади посева, актуальным направлением в региональной селекции является создание сортов ярового овса, сочетающих высокую урожайность, улучшенные показатели качества зерна, устойчивых к полеганию и болезням с приспособленностью к контрастным погодным условиям [11]. Поэтому особую значимость приобретает изучение сортов в экологическом сортоиспытании, внедрение в производство сортов с наибольшей степенью адаптации к почвенно-климатическим условиям региона.

**Цель исследования** – выделение сортов по результатам сравнительной оценки показателей адаптивности пленчатых и голозерных сортов ярового овса по урожайности в контрастных погодных условиях Юго – Востока Орловской области.

#### **Условия, материалы и методы**

Эксперименты выполняли в 2020-2023 гг. на Шатиловской СХОС, расположенной в Новодеревеньковском районе Орловской области. Объектами исследований являлись 4 сорта ярового пленчатого овса – Буланный, Яков, Лев селекции ФИЦ «Немчиновка» и Львовский 82 – ФГБНУ ВНИИ сахарной свеклы и сахара имени А.Л. Мазлумова, 2 сорта голозерного овса Самсон 57 селекции ФНЦ ЗБК и Немчиновский 61 селекции ФИЦ «Немчиновка». Почва – выщелоченный тяжелосуглинистый, среднемошный чернозем; pH – 5,0; содержание гумуса – 6,6-6,9% (по Тюрину); подвижного фосфора – 85-93 мг/кг и обменного калия 120-131 мг/кг почвы (по Чирикову). Предшественник – чистый пар, повторность 3-х-кратная, учетная площадь делянки 9 м<sup>2</sup>. Удобрения внесены под предпосевную культивацию в дозе N45P45K45 кг/га д.в. Данные учета урожаев статистически обработаны методом дисперсионного анализа по Доспехову (1985), показатели адаптивности – коэффициент регрессии (bi) и стабильность (Si<sub>2</sub>) урожайности сортов рассчитывали по Эберхарту и Раселлу в редакции Пакудина с соавторами (1984), гомеостатичность (Hom) по Хангильдину (1984), компенсаторную способность (Y<sub>min</sub> + Y<sub>max</sub>)/2 по А.А. Rossielle и S. Hemblin (1981) в изложении А.А. Гончаренко (2005).

#### **Результаты и их обсуждение**

Погодные условия в период вегетации овса в 2020-2023 гг. существенно различались. В июне высокие среднесуточные температуры воздуха в 2020, 2021, 2022 гг. выше на 3,2°C, 3,0°C и 2,3°C, а в 2023 г. ниже на 0,9°C среднемноголетних значений, при количестве осадков в августе в 2020 году – 33%, 2021 – 56%, 2022 – 71%, в 2023 – 63% от нормы, существенно повлияли на рост и развитие растений овса. Индексы условий среды (I<sub>j</sub>), отражающие влияние года на формирование урожайности, составили: в 2020 г. -0,94; в 2021 г. -0,25, в 2022 г. +0,01; 2023 г. +1,18. Самые благоприятные условия для формирований высокой урожайности овса сформировались в 2023 году (I<sub>j</sub> = 1,18), неблагоприятные – в 2020

г. ( $r_j = -0,94$ ). Определена существенная зависимость урожайности зерна сортов овса от индексов среды. У пленчатых сортов корреляционная положительная связь выражалась высокими значениями коэффициентов корреляции варьирующими от  $r=0,93$  (Лев) до  $r=0,98$  (Яков), у голозерных  $r= 0,94$  (Самсон 57) и  $r= 0,98$  (Немчиновский 61). По результатам дисперсионного анализа выявлена большая значимость влияния эффектов среды на величину вариабельности урожайности зерна овса, доля влияния факторов «годы исследования» составляла – 79,6%, «сорта» –10,0%.

Вследствие влияния контрастных погодных условий, урожайность зерна испытываемых сортов овса по годам была подвержена существенным колебаниям, в пределах 2,0-5,1 т/га (табл. 1.).

Таблица 1

**Урожайность пленчатых и голозерных сортов овса ярового, т/га**

Сорта	2020	2021	2022	2023	Среднее
Буланный	3,1	3,1	3,8	4,7	3,7
Яков	2,8	3,8	3,9	4,8	3,8
Льговский 82	2,5	3,1	3,4	4,9	3,5
Лев	2,8	3,3	3,0	5,1	3,6
Самсон 57	2,0	3,3	4,1	4,8	3,6
Немчиновский 61	2,2	2,9	2,9	3,8	3,0
НСР <sub>05</sub>	0,8	0,6	1,1	0,9	-

По результатам четырехлетних исследований размах варьирования урожая между наиболее и наименее урожайными 2023 и 2020 гг. составил у пленчатых сортов – Буланный – 1,6 т/га, Яков -2,0 т/га, Льговский 82 – 2,4 т/га, Лев – 2,3 т/га, у голозерных – Самсон 57 – 2,8 т/га и Немчиновский 61 – 1,6 т/га. Из сравниваемых пленчатых сортов овса за 2020-2023 гг. можно отметить достоверные сортовые различия по урожайности в 2021 году между сортами Яков, Буланный, Льговский 82. Наибольший урожайностью выделился сорт Яков, существенно превысивший на 0,7 т/га по урожайности зерна сорта Буланный и Льговский 82. Среди сравниваемых голозерных сортов овса, сорт Самсон 57 в 2022 и 2023 гг. существенно превышал на 1,2 и 1,0 т/га прибавкой урожая зерна сорт Немчиновский 61. Известно, что пленчатые сорта овса отличаются более высокой, по сравнению с голозерными, урожайностью ввиду наличия зерновой пленки, составляющей 22-27% [3]. Среди испытываемых сортов, сорт пленчатого овса Буланный в 2020 году выделился существенной прибавкой урожая – 1,1-0,9 т/га, в сравнении с сортами голозерного овса Немчиновский 61 и Самсон 57. Сорт пленчатого овса Яков в 2021 году и сорта Яков, Льговский 82 и Лев в 2023 году формировали существенно более высокую урожайность зерна – 0,9 т/га и 1,0-1,3 т/га в сравнении с сортом голозерного овса Немчиновский 61.

Чтобы определить, насколько сопоставимы по средним величинам урожая сорта в динамике за 3-х и 4-х летний периоды исследований были найдены коэффициенты парных корреляций между ними. Коэффициенты корреляции между средними урожаями по сортам за 2020-2022 и 2020-2023 гг. были значимы на высоком уровне,  $r=0,95$ , что указывает на тесную связь по годам между ними. Наибольший средний урожай зерна -3,50 т/га за 2020-2022 гг., и 3,83 т/га за 2020-2023 гг. сформировал сорт пленчатого овса Яков, несколько ниже – 3,33 и 3,68 т/га сорт Буланный (табл. 2).

Самые большие сортовые различия при сопоставлении средних урожаев зерна за 2020-2022 гг. и 2020-2023 гг. – 0,48 т/га и 0,52 т/га отмечены у пленчатых сортов овса Льговский 82 и Лев. Меньшей урожайностью в сравнении с пленчатыми сортами Яков и Буланный за 2020-2022 гг. и 2020-2023 гг. отличались голозерные сорта овса Самсон 57 – 3,13 и 3,55 т/га и Немчиновский 61 – 2,67 и 2,95 т/га.

Для оценки адаптивности сортов овса были использованы данные за 2020-2022 гг. и 2020-2023 гг. по показателям, характеризующих стрессоустойчивость, пластичность, стабильность и гомеостатичность. Необходимым условием объективного применения оценок показателей стрессоустойчивости, пластичности, стабильности и гомеостатичности с целью

характеристики сортов является рассмотрение величин данных показателей с учетом средних урожаев. По данным А.А. Rosielle, J. Hamblin (1981), показатель степени устойчивости сортов к нестабильным погодным условиям определяется различием между минимальной и максимальной урожайностью ( $Y_{min}-Y_{max}$ ) характеризующим стрессоустойчивость сорта. Наиболее стрессоустойчивы за 2020-2022 гг. были пленчатые сорта Лев (-0,5), Буланный (-0,7) и голозерный Немчиновский 61 (-0,7). В 2020-2023 гг. высокую стрессоустойчивость проявили сорт пленчатого овса Буланный (-1,6) и голозерный Немчиновский 61 (-1,6). Низкая стрессоустойчивость свойственна за 2020-2022 гг. и 2020-2023 гг. пленчатым сортам овса Яков (-1,1), Льговский 82 (-2,4), Лев (-2,4 и -2,3) и голозерному сорту Самсон 57 (-2,1 и -2,0). Проведенный корреляционный анализ показал слабую отрицательную связь ( $r=-0,21$  и  $r=-0,30$ ) между средними урожаями и ( $Y_{min}-Y_{max}$ ) за 2020-2022 гг. и 2020-2023 гг.

Таблица 2

**Урожайность, показатели стрессоустойчивости, пластичности и адаптивности сортов овса**

Сорта	Средний урожай, т/га	$Y_{min}-Y_{max}$	$Y_{min} + Y_{max}/2$	КА	V,%	Ном	$b_i$	$S_i^2$	$\Sigma$ рангов
2020-2022 гг.									
Буланный	3,33	-0,7	3,45	1,08	12	8,0	0,59	0,16	21
Яков	3,50	-1,1	3,35	1,12	17	6,0	1,22	0,03	20
Льговский 82	3,00	-0,9	2,95	0,96	15	6,7	0,94	0,01	29
Лев	3,03	-0,5	3,05	0,99	8	12,0	0,31	0,08	27
Самсон 57	3,13	-2,1	3,05	0,99	33	3,0	2,15	0,03	16
Немчиновский 61	2,67	-0,7	2,55	0,86	15	6,9	0,79	0,02	32
r	-	-0,21	0,95	0,99	0,08	-0,14	0,19	0,38	-
2020-2023 гг.									
Буланный	3,68	-1,6	5,45	1,58	18	11,1	0,81	5,37	24
Яков	3,83	-2,0	5,20	1,64	19	8,94	0,90	4,59	23
Льговский 82	3,48	-2,4	4,95	1,49	25	4,93	1,16	7,00	22
Лев	3,55	-2,3	5,35	1,52	26	5,20	1,11	4,99	20
Самсон 57	3,55	-2,0	4,40	1,52	29	3,75	1,28	11,5	21
Немчиновский 61	2,95	-1,6	3,00	1,26	19	8,29	0,74	1,72	37
r	-	-0,30	0,90	0,99	0,06	0,11	0,29	0,41	-

( $Y_{min}+Y_{max}$ ) – устойчивость к стрессу; ( $Y_{min}+Y_{max}$ ) /2 – компенсаторная способность; КА – коэффициент адаптивности; V – коэффициент вариации; Ном – гомеостатичность;  $b_i$  коэффициент регрессии);  $S_i^2$  – среднеквадратическое отклонение; r – коэффициенты корреляции между показателями адаптивности и средними урожаями.

Показатель компенсаторной способности ( $Y_{min} + Y_{max}$ ) /2) дополняет оценку стрессоустойчивости сорта и определяет реакцию сорта на условия выращивания (Пакудин В.З, Лопатина Л.М., 1984). Наиболее высокие показатели соответствия между урожайностью и факторами среды отмечены в опытах 2020-2022 гг. и 2020-2023 гг. у сортов пленчатого овса Буланный (3,45 и 5,45) и голозерного сорта Самсон 57 (3,05 и 4,40), наименьшие - у сортов Льговский 82 (2,95 и 4,95) и Немчиновский 61 (2,55 и 3,00). Корреляционная связь между средними урожаями и ( $Y_{min}-Y_{max}/2$ ) оказалась положительно высокой:  $r=0,95$  для испытаний – 2020-2022 гг. и  $r=0,90$  для опытов – 2020-2023 гг. Коэффициент адаптивности (КА) был определен по отношению данных урожайности каждого из испытываемых сортов к среднесортовой урожайности. Наиболее высокое значение КА за 2020-2022 гг. и 2020-2023 гг. определено у пленчатых сортов Буланный (1,08 и 1,58), Яков (1,12 и 1,54), наименьшее у голозерного сорта Немчиновский 61- (0,86 и 1,26). Реакция сортов Льговский 82 и Лев на условия среды была практически одинакова, (КА) по изучаемым сортам был равен -0,96 и 0,99, 1,49 и 1,52. Между средними урожаями и КА выявлена высокая по периодам исследования сходимость парных корреляций, получена одинаковая положительная

корреляция:  $r=0,99$  для испытаний за 2020-2022 гг. и 2020-2023 гг. Относительный показатель варьирования урожая - коэффициент вариации ( $V\%$ ) по сортам за 2020-2022 гг. варьировал в пределах 8–33% и за 2020-2023 гг. – 18-29%. Низкой вариабельности урожая ( $V=12\%$  и  $V=18\%$ ) соответствовали: сорт пленчатого овса Буланный и голозерный сорт Немчиновский 61 ( $V=15\%$  и  $V=19\%$ ). Сорт голозерного овса Самсон 57 выделялся за 2020-2022 гг. и 2020-2023 гг. наибольшей вариабельностью урожаев ( $V=33\%$  и  $V=29\%$ ). Корреляционная связь между средними урожаями и ( $V\%$ ) оказалась незначительной,  $r=0,08$  и  $r=0,06$ . При оценке адаптивности сортов важно учитывать их способность к сохранению высокого значения гомеостаза - сочетать высокую урожайность в благоприятных условиях выращивания с минимальным ее снижением в неблагоприятных. По В.В. Хангильдину (1978) показатель гомеостатичности (Ном) учитывает средний урожай по сорту и его варьирование, вызванное условиями выращивания. Наиболее высокая гомеостатичность за 2020-2022 гг. отмечалась у пленчатого сорта Лев (12,0) и за 2020-2023 гг. у сорта Яков – (11,1). По самой низкой величине Ном среди испытываемых сортов за 2020-2022 гг. и 2020-2023 гг. выделился сорт голозерного овса Самсон 57 (3,0 и 3,75). Неоднозначность трактовки параметра  $b_i$  – коэффициента регрессии оценок урожайности  $x_{ij}$   $i$ -го генотипа на индексы среды  $x_j$ , как показателя адаптивности, пластичности урожаев генотипа, также неоднозначно в использовании его величин в оценке отзывчивости сортов на условия среды (Пакудин В.З, Лопатина Л.М., 1984). По данным В.З. Пакудина и Л.М. Лопатиной (1984) показателем высокой экологической пластичности генотипа соответствует величина  $b_i=1,0$ , по другим данным большей отзывчивостью обладает сорт, с более высоким значением коэффициента  $b_i>1,0$  [6, 12-14]. Пластичность сортов овса, определенная по коэффициенту линейной регрессии ( $b_i$ ) варьировала от  $b_i=0,31$  - пленчатый сорт Лев до 2,15 - голозерный сорт Самсон 57. По результатам проведенного анализа за 2020-2022 гг. наибольшей реакцией на условия года с коэффициентом ( $b_i >1$ ) выделился сорт овса Яков ( $b_i=1,22$ ) и за 2020-2023 гг. сорта овса Львовский 82 и Лев  $b_i=1,16$  и  $b_i=1,11$ ). Сорт пленчатого овса Буланный по периодам исследований был менее отзывчив на условия среды, коэффициенты линейной регрессии были равны ( $b_i=0,59$  и  $b_i=0,81$ ). При условии, если значение коэффициента  $b_i$  близко к 1, отмечается соответствие изменения урожайности сорта изменению условий среды. Данному условию соответствовали за 2020-2022 гг. сорт овса Львовский 82 ( $b_i=0,94$ ) и за 2020-2023 гг. сорт овса Яков ( $b_i=0,90$ ). Сорт пленчатого овса Лев по показателю экологической пластичности оказался наиболее нестабильным по результатам 3х и 4х летних периодов исследований, коэффициенты линейной регрессии у сорта изменялись в 3,6 раза с ( $b_i=0,31$ ) до ( $b_i=1,11$ ). Отмечалась тенденция увеличения коэффициентов линейной регрессии у сортов пленчатого овса с 3х до 4х летнего периодов с 0,31-1,22 до 0,81-1,16. Из голозерных сортов наиболее отзывчив за 2020-2022 гг. и 2020-2023 гг. на условия среды был сорт Самсон 57 ( $b_i=2,15$  и  $b_i=1,78$ ). Сорт Немчиновский 61 отличался, меньшей экологической пластичностью по урожайности ( $b_i=0,79$  и  $b_i=0,74$ ). С невысокими показателями значимости,  $r=0,19$  и  $r=0,29$  выявилась слабая положительная корреляционная зависимость между средними урожаями и коэффициентами линейной регрессии за 2020-2022 гг. и 2020-2023 гг. Дисперсия ( $S_i^2$ ) характеризует стабильность сорта в различных условиях выращивания. Пленчатые и голозерные сорта овса отличались изменчивостью стабильности в зависимости от условий и по периодам исследования. Наибольшая стабильность урожайности зерна при изменении погодных условий с наименьшими значениями отмечена у сортов Львовский 82 ( $S_i^2=0,01$ ), Немчиновский 61 ( $S_i^2=0,02$ ), Яков ( $S_i^2=0,03$ ), Самсон 57 ( $S_i^2=0,03$ ) и Лев ( $S_i^2=0,08$ ). Наименьшей стабильностью (наибольшим значением  $S_i^2$ ) урожая зерна за 2020-2022 гг. характеризовался пленчатые сорта Буланный ( $S_i^2=0,16$ ) за 2020-2022 гг. и за 2020-2023 гг. – Львовский 82 ( $S_i^2=7,00$ ). Корреляционный анализ свидетельствовал о сопоставимости парных корреляций ( $r$ ) между  $S_i^2$  за 2020-2022 гг. и 2020-2023 гг. Определена средняя положительная связь между средними урожаями и  $S_i^2$ , коэффициенту корреляции  $r=0,38$  за 2020-2022 гг. соответствовал коэффициент корреляции  $r=0,41$  за 2020-2023 гг.

Наиболее полную информацию об особенностях взаимоотношений факторов внешней среды с урожаем испытываемых сортов в экологическом сортоиспытании дает использование различных методов оценки показателей адаптивности с последующей оценкой по сумме рангов каждого сорта [3, 6]. По результатам сортоиспытания за 2020-2022 гг. повышенной устойчивостью к изменяющимся условиям возделывания обладали пленчатые сорта Яков и Буланный (сумма рангов 20 и 21) и за 2020-2023 гг. сорта Лев и Львовский 82 (сумма рангов 20 и 22) (рис.).

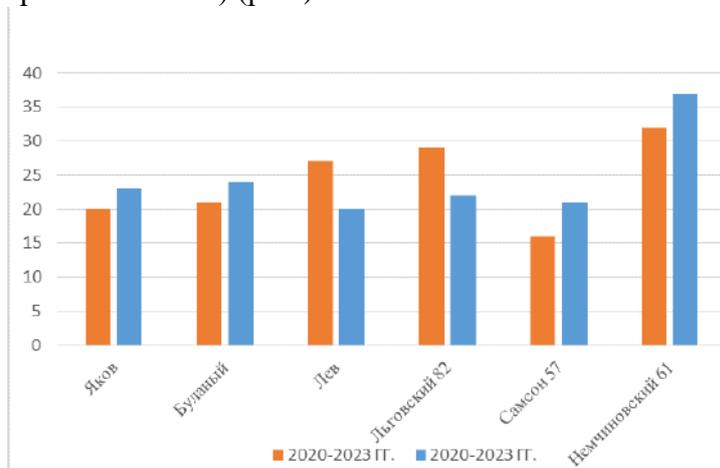


Рис. Сорта овса по сумме рангов показателей адаптивности

Средней адаптацией к условиям региона по сумме рангов – (27 и 29) соответствовали сорта пленчатого овса Лев (сумма рангов 27) и за 2020-2023 гг. сорта Яков и Буланный (сумма рангов 23 и 24). Из наименее адаптивных к условиям региона с наибольшей суммой рангов – (29) за 2020-2023 гг. выделился пленчатый сорт Львовский 82. В голозерной группе сортов минимальной суммой рангов характеризовался сорт Самсон 57 (16 и 21). Из наименее адаптивных к условиям региона с наибольшей суммой рангов (32 и 37) выделился голозерный овёс Немчиновский 61.

По результатам исследований установлено, что показатели гомеостатичности (Ном), коэффициент регрессии (bi), коэффициент вариации V% и дисперсии ( $S_i^2$ ) варьируют при испытании одних и тех же сортов за 2020-2022 гг. и 2020-2023 гг. Так, показатель гомеостатичности (Ном) у сорта Лев изменялся за 2020-2022 гг. и 2020-2023 гг. на 43% с 12,0 до 5,20, коэффициент вариации V% на 31% с 8% до 26%, коэффициент регрессии bi - на 28% с 0,31 до 1,11, дисперсия  $S_i^2$  в 62 раза с 0,08 до 4,99. Из этого следует, насколько при таком размахе колеблемости данных показателей достаточно надежна оценка результатов испытаний сортов овса на основании 3х-летнего его изучения (2020-2022 гг.). Из сравниваемых показателей адаптивности корреляционные зависимости между средними урожаями и компенсаторной способностью  $(Y_{min} + Y_{max}) / 2$ , коэффициентом адаптивности КА были значимы на высоком уровне. Установлена высокая по периодам исследования сходность парных корреляций, положительные высокие корреляции были равны за 2020-2022 гг. и 2020-2023 гг. –  $r = 0,95$  и  $r = 0,90$  и –  $r = 0,99$ . За 2020-2022 гг. и 2020-2023 гг. определена положительная связь между средними урожаями и  $S_i^2$ , коэффициенты корреляции составили соответственно  $r = 0,38$  и  $r = 0,41$ . **Данные показатели  $(Y_{min} + Y_{max}) / 2$ , КА и  $S_i^2$  могут служить основанием надежности оценки сортов по результатам 3х летних испытаний.** Более надежные результаты оценки сортов могут быть получены, если сорта испытывали в течение четырех лет (2020-2023 гг.). За 4х летний период в оценке адаптивности сортов дополнительно могут быть учтены показатели  $(Y_{min} + Y_{max})$  – устойчивости к стрессу, (Ном) – гомеостатичности и коэффициент регрессии (bi). По результатам 4х летних исследований, выявилась более высокая  $r = - 0,30$  отрицательная корреляционная зависимость между средним урожаем и  $(Y_{min} + Y_{max})$ , в сравнении с 3х летними ( $r = - 0,21$ ). Корреляционный анализ подтвердил, тенденцию увеличения

корреляционной связи между средним урожаем и (Ном) с ( $r = -0,14$  до ( $r = 0,11$ ) и коэффициентом регрессии ( $b_i$ ) с  $0,19$  до  $0,29$ .

### Заключение

Нестабильные погодные условия в период вегетации существенно влияли на изменчивость урожая зерна испытываемых сортов овса ярового, коэффициент вариации ( $V\%$ ) по сортам за 2020-2022 гг. варьировал в пределах 8-33% и за 2020-2023 гг. – 18-29%. Размах различия урожая между наиболее и наименее урожайными 2023 и 2020 гг. составил у пленчатых сортов Буланный – 1,6 т/га, Яков – 2,0 т/га, Льговский 82 – 2,4 т/га, Лев – 2,3 т/га, голозерных – Самсон 57-2,8 т/га и Немчиновский 61 – 1,6 т/га. Определена положительная корреляционная связь между средними урожаями сортов овса за 2020-2022 гг. и 2020-2023 гг. и компенсаторной способностью  $(Y_{min} + Y_{max}) / 2$  –  $r = 0,95$  и  $r = 0,90$ , коэффициентом адаптивности КА –  $r = 0,99$  и  $r = 0,99$  и дисперсией  $S_i^2$  –  $r = 0,38$  и  $r = 0,41$ . Из сравниваемых пленчатых сортов овса в 2020-2023 гг. оптимальному сочетанию средней урожайности – 3,83 т/га и 3,68 т/га с показателями  $(Y_{min} + Y_{max}) / 2$  5,45 и 5,20, КА 1,58 и 1,54,  $S_i^2$  5,37 и 4,59 и суммой рангов 24 и 23 соответствовали сорта пленчатого овса Буланный и Яков. Сорт голозерного овса Самсон 57 в сравнении с сортом Немчиновский 61 выделился большей урожайностью – 3,55 т/га, высокими значениями  $(Y_{min} + Y_{max}) / 2$  – 4,40, КА – 1,52 и низкой величиной  $S_i^2$  1,72, суммой рангов – 21.

### Литература

1. Елисеев С.Л., Сатаев Э.Ф. Адаптивная реакция сортов овса на изменение временных и пространственных экологических условий // Пермский аграрный вестник. – 2018. – № 2. – С. 44-49.
2. Козыренко М.А., Пакуль В.Н., Андросов Д. Е. Экологическая пластичность ярового овса в условиях Западной Сибири // Сибирский вестник с.-х. науки. – 2018. – № 3. – С. 21-27. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-3-3.
3. Тулякова М.В., Баталова Г.А., Пермякова С.В., Лисицын Е.М. Пластичность и стабильность сортов и линий овса в условиях Кировской области // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – № 8. – С. 54-56.
4. Байкалова Л.П., Серебренников Ю.И. Пластичность и стабильность ярового овса по урожайности и массе 1000 зерен // Вестник Красноярского ГАУ. – 2020. – № 4. – С. 37 - 44. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-4-37-44.
5. Захаров В.Г. Мишенькина О.Г. Адаптивные свойства новых сортов овса в условиях Средневолжского региона // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 4. – С. 100-107. DOI 10.18286/1816-4501-2020-4-100-107.
6. Юсова О.А., Николаев П.Н., Сафонова И.В., Аниськов Н.И. Изменение урожайности и качества зерна овса с повышением адаптивности сортов // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2020. – Т. 181. №2. – С.42-49. DOI: 10.30901/2227-8834-2020-2-42-49.
7. Сапега В.А. Потенциал продуктивности и экологическая пластичность сортов овса на корм // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2016. – № 4. – С. 34-39.
8. 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. DOI 10.18699/VJ19.541.
9. Баталова Г.А. Мировое разнообразие как основа адаптивной селекции овса // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2015. – № 1. – С. 37-46. DOI:10.30901/2227-8834-2015-1-37-46.
10. Сидоренко В.С., Зотиков В.И., Старикова Ж.В., Костромичева В.А., Наумкин Д.В., Горьков А.А., Тугарева Ф.В., Вилунов С.Д. Селекция голозерного овса в условиях Центральной России // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. – № 4 (28). – С. 82-89. DOI:10. 24411/2309-348X-2018-11054.
11. Кабашов А.Д., Лоскутов И.Г., Власенко Н.М., Лейбович Я.Г., Маркова А.С., Филоненко З.В., Разумовская Л.Г. Сорта овса немчиновской селекции, включенные в Госреестр в

последние годы // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2020. – Т. 181. №.1. – С. 110-118. DOI: 10.30901/2227-8834-2020-1-110-118.

12. Гончаренко А. А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник РАСХН. – 2005. – № 6. – С. 49-53.

13. Власов А.Г., Халецкий С.П., Булавина Т.М. Адаптивные свойства и особенности формирования урожайности сортов овса белорусской селекции // Вестник Марийского государственного университета. – 2020. – Т.6. – № 4. – С. 397-404. DOI:10.30914/2411-9687-2020-6-4-397-404.

14. Кардашина В.Е. Сравнительная оценка сортов овса уральской селекции и их единых родительских форм // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – № 6. – С. 11-14. DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10602.

### References

1. Eliseev S. L., Sataev E. F. Adaptive response of oat varieties to changes in temporal and spatial environmental conditions // *Permskii agrarnyi vestnik*. 2018. - no.2. - Pp. 44-49.

2. Kozyrenko M. A., Pakul' V. N., Androsov D. E. Ecological plasticity of spring oats in Western Siberia // *Sibirskii vestnik s.-kh. nauki*. 2018. - no. 3. - Pp. 21-27. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-3-3).

3. Tulyakova M. V., Batalova G. A., Permyakova S. V., Lisitsyn E. M. Plasticity and stability of oat varieties and lines in the conditions of the Kirov region // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. - 2018. - no. 8. - Pp. 54-56.

4. Baikalova L. P., Serebrennikov Yu. I. Plasticity and stability of spring oats in terms of yield and weight of 1000 grains // *Vestnik Krasnoyarskogo GAU*. - 2020. - no. 4. - Pp. 37 - 44. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-4-37-44.

5. Zakharov V. G. Mishen'kina O. G. Adaptive properties of new oat varieties in the conditions of the Middle Volga region // *Vestnik Ul'yanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*. - 2020. - no.4. - Pp. 100-107. DOI 10.18286/1816-4501-2020-4-100-107.

6. Yusova O. A., Nikolaev P. N., Safonova I. V., Anis'kov N. I. Changes in the yield and quality of oat grain with increased adaptability of varieties // *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i seleksii*. - 2020. V. 181. no.2. - Pp. 42-49. DOI: 10.30901/2227-8834-2020-2-42-49.

7. Sapega V. A. Productivity potential and ecological plasticity of oat varieties for feed // *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. - 2016. - no. 4. - Pp. 34-39.

8. Polonskii V. I., Surin N. A., Gerasimov S. A., Lipshin A. G., Sumina A. V., Zyute S. Study of oat varieties (*Avena sativa* L.) of different geographical origins for grain quality and productivity // *Vavilovskii zhurnal genetiki i seleksii*. - 2019. - no. 23(6). - Pp. 683-690. DOI 10.18699/VJ19.541.

9. Batalova G. A. World diversity as the basis for adaptive breeding of oats // *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i seleksii*. 2015. - no.1. - Pp. 37- 46. DOI:10.30901/2227-8834-2015-1-37-46.

10. Sidorenko V. S., Zotikov V. I., Starikova Zh. V., Kostromicheva V. A., Naumkin D. V., Gor'kov A. A., Tugareva F. V., Vilyunov S. D. Breeding naked oats in Central Russia // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. - 2018. - no.4 (28). - Pp. 82-89. DOI:10.24411/2309-348X-2018-11054.

11. Kabashov A. D., Loskutov I. G., Vlasenko N. M., Leibovich Ya. G., Markova A. S., Filonenko Z. V., Razumovskaya L. G. Oat varieties of Nemchinovka breeding, included in the State Register in recent years // *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i seleksii*. 2020. V. 181. no.1. - Pp. 110-118. DOI: 10.30901/2227-8834-2020-1-110-118.

12. Goncharenko A. A. On adaptability and ecological stability of cereal varieties // *Vestnik RASKhN*. - 2005. - no. 6. - Pp. 49-53.

13. Vlasov A. G., Khaletskii S. P., Bulavina T. M. Adaptivnye svoistva i osobennosti formirovaniya urozhainosti sortov ovsa belorusskoi seleksii // *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta*. - 2020. - V.6. - no.4.- Pp. 397-404. DOI:10.30914/2411-9687-2020-6-4-397-404.

14. Kardashina V. E. Comparative evaluation of oat varieties of Ural breeding and their single parental forms // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. - 2021.- no. 6.- Pp. 11-14. DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10602.

УДК: 633.11.112.1:631.527

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОЗИМЫХ ФОРМ ПРИ СЕЛЕКЦИИ ПШЕНИЦЫ ТВЕРДОЙ ЯРОВОЙ НА ДОНУ

**С.А. КОВАЛЕНКО**, научный сотрудник, e-mail: sa\_kovalenko\_83@mail.ru  
ORCID ID: 0000-0003-0726-7499

**В.П. КАДУШКИНА**, старший научный сотрудник. ORCID ID: 0000-0001-6363-9352

**М.А. ФОМЕНКО**, доктор с.-х. наук, ORCID ID: 0000-0001-5385-6863

ФГБНУ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ РОСТОВСКИЙ АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

*Исследования выполнены с целью выявления яровых форм твердой пшеницы с комплексом хозяйственно ценных признаков используя метод внутривидовой гибридизации яровой и озимой твердой пшеницы и отдаленной гибридизации яровой твердой и озимой мягкой пшеницы. С 2000 г. в селекции по яровой твердой пшенице в ФГБНУ ФРАНЦ при создании новых сортов и линий использовали озимые формы. В качестве одного из родителей привлекали озимые сорта собственной селекции, а также образцы из других селекционных центров Российской Федерации, ближнего и дальнего зарубежья. В гибридных популяциях от таких скрещиваний обычно наблюдался широкий формообразовательный процесс. В результате скрещивания яровых сортов с озимыми был создан разнообразный селекционный материал, оценка которого проходила на разных этапах селекционного процесса. При работе с яровыми гибридами, в состав которых входила одна из родительских форм озимая твердая или мягкая пшеница, особое внимание уделяли отбору на скороспелость. Наиболее ценные для скрещивания с яровыми были озимые сорта собственной и отечественной селекции, выведенные в Центральном районе, в степных районах Поволжья, а также Украины. Наряду с высокой продуктивностью, они обладали высокой засухоустойчивостью и хорошим качеством зерна. Использование озимой пшеницы в качестве одной из родительских форм в скрещиваниях с яровой позволило создать ряд перспективных линий с высоким потенциалом продуктивности, комплексом хозяйственноценных признаков, по качеству, соответствующих требованиям к ценной и сильной пшенице.*

**Ключевые слова:** селекция, озимые формы, гибридизация, скрещивания, яровая твердая пшеница.

**Для цитирования:** Коваленко С.А., Кадушкина В.П., Фоменко М.А. Результаты использования озимых форм при селекции пшеницы твердой яровой на Дону. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2024; 1(49):69-76. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-1-69-76

## RESULTS OF USING WINTER FORMS IN BREEDING SPRING DURUM WHEAT IN THE DON REGION

**S.A. Kovalenko, V.P. Kadushkina, M.A. Fomenko**

FSBSI FEDERAL ROSTOV AGRARIAN RESEARCH CENTER

**Abstract:** *The research was carried out in order to identify spring forms of durum wheat with a complex of economically valuable traits using the method of intraspecific hybridization of spring and winter durum wheat and remote hybridization of spring durum and winter soft wheat. Since 2000, winter forms have been used in the breeding of spring durum wheat at the FSBSI FRARS when creating new varieties and lines. Winter varieties of their own breeding, as well as samples from other breeding centers of the Russian Federation near and far abroad, were used as one of the*

*parents. In hybrid populations, a wide formative process was usually observed from such crosses. As a result of crossing spring varieties with winter crops, a diverse breeding material was created, the evaluation of which took place at different stages of the breeding process. When working with spring hybrids, which included one of the parent forms of winter hard or soft wheat, special attention was paid to the selection for early ripening. The most valuable for crossing with spring varieties were winter varieties of their own and domestic breeding, bred in the Central region, in the steppe regions of the Volga region, as well as Ukraine. Along with high productivity, they had high drought resistance and good grain quality. The use of winter wheat as one of the parental forms of crosses with spring wheat has allowed us to create a number of promising lines with high productivity potential, a complex of economically valuable traits that meet the quality requirements for valuable and strong wheat.*

**Keywords:** breeding, winter forms, hybridization, crosses, spring durum wheat.

Селекцию яровой и озимой пшеницы в нашей стране длительное время вели обособленно, что привело к определенной генетической дивергенции созданных сортов. Поэтому привлечение в скрещивания озимых форм с яровыми способствовало обогащению исходного материала, а возможности в этом отношении еще далеко не полностью реализованы [1, 2].

Вид яровой твердой пшеницы характеризуется более ограниченным ареалом, меньшей агроклиматической выносливостью и значительно меньшим генетическим разнообразием форм. В связи с этим селекция яровой твердой пшеницы требует более сложных методов. Для этого применялся и метод отдаленной гибридизации. Селекционеры как в России, так и за рубежом вовлекали озимые формы в скрещивания с яровыми не только с целью повышения продуктивности, но и в качестве источников устойчивости к биотическим и абиотическим стрессовым факторам [3, 4].

**Цель исследований** – оценка перспективных генотипов яровой твердой пшеницы, полученных методом внутривидовой и отдаленной гибридизации яровой и озимой пшеницы.

#### **Материал и методы исследований**

Для создания разнообразного селекционного материала яровой твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf.) по признакам высокой продуктивности и устойчивости к неблагоприятным факторам среды ежегодно проводится гибридизация озимых и яровых форм данной культуры. Большинство гибридных комбинаций было создано в питомнике подзимнего посева, который высевали до наступления заморозков с целью совмещения сроков колошения яровых и озимых форм. Здесь высевали исходные формы до наступления заморозков. При этом посеве удалось совместить периоды их колошения. За период 2014–2023 гг. проведено 196 комбинаций скрещивания (128 скрещиваний методом отдаленной гибридизации, 68 – внутривидовой). В качестве исходных форм озимой твердой пшеницы использовали отечественные сорта и линии зерноградской селекции Лакомка, Динас, Услава, Юбилярка и др., озимые мягкие собственной селекции - Акапелла, Вольная заря, Пафос, Мирабель 20, Боярыня и др., яровые формы были представлены как отечественными (Мелодия Дона, Вольнодонская, Донская элегия, Бурбон и другие), так и иностранными сортами и линиями (CIGM91.347-3, Samos, DSR-99-9, Aristan и др). При подборе родительских форм учитывали качественные и количественные отличия по таким признакам, как длина вегетационного периода, высота растений, устойчивость к патогенам и т.д. [5, 6].

Объектами исследований служили перспективные линии конкурсного сортоиспытания, полученные методом отдаленной и внутривидовой гибридизации. Исследования проводили в течение 2021-2023 гг. Опытные делянки площадью 15,8 м<sup>2</sup> размещали в 4-х повторениях, предшественник – просо. В годы исследований распределение осадков было неравномерным. Среднесуточная температура превышала на 3-4°С среднегодовые данные практически по всем фенофазам (метеостанция «Тарасовское опытное поле»). В 2022 году наблюдали весенне-летнюю продолжительную засуху с суховеями, в 2023 – ранневесеннюю, 2021 год был наиболее благоприятен для закладки семян и формирования зерна яровой твердой пшеницы (табл. 1).

**ГТК по фазам вегетации в годы исследований (2021-2023 гг.)**

Год исследований	Посев-всходы	Всходы-выход в трубку	Выход в трубку-колошение	Всходы-колошение	Колошение-полная спелость	Всходы-полная спелость	Посев-полная спелость
2021	2,12	0,17	2,42	1,62	0,59	1,07	1,13
2022	0,38	0,78	1,17	0,98	0,13	0,51	0,51
2023	0,66	0,94	1,81	1,45	0,77	1,05	1,03

Почвы представлены южным карбонатным чернозёмом, с мощностью гумусового слоя 30-40 см. В пахотном слое почвы нитратного азота (N-NO<sub>3</sub>) (по Гинзбургу) 44,65 мг/кг, фосфора (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) – 56,53 мг/кг, калия (K<sub>2</sub>O) – 320 мг/кг (по Чирикову). Агротехника возделывания яровой твердой пшеницы – общепринятая для зоны.

Методика и технология закладки опытов общепринятые для зерновых культур. Все оценки, наблюдения, учёт урожая выполнены в соответствии с Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Сравнение вели со стандартным сортом Донская элегия. Статистическую обработку данных проводили по Доспехову Б.А. (1985) в программе «Excel 2007».

**Результаты и их обсуждения**

При скрещивании озимых форм твердой пшеницы с яровыми у гибридов наблюдали сдвиг гибридов в сторону позднеспелости, что нежелательно для условий юга России. Изучение большого числа гибридных комбинаций Tr. durum Desf. озимая / Tr. durum Desf. яровая, Tr. durum Desf. яровая / Tr. durum Desf. озимая, Tr. durum Desf. яровая / Tr. aestivum Desf. озимая показало, что при таких скрещиваниях возможны различные сочетания генетических факторов, приводящих к формированию как скороспелых, так и позднеспелых форм [7]. Во всех звеньях селекционного процесса были проведены отборы ценных форм и их изучение в конкурсном сортоиспытании. Выделен ряд перспективных линий яровой твердой пшеницы, превосходящих стандартный сорт Донская элегия по продуктивности и хозяйственно ценным признакам (табл. 2).

Таблица 2

**Происхождение некоторых перспективных линий яровой твердой пшеницы в конкурсном сортоиспытании**

Сорт, линия	Происхождение
Донская элегия, St	Индивидуальный отбор из гибридной популяции Оренбургская 10 хД-1995. Внесён в Госреестр селекционных достижений в 2009 году.
4804/18	Сложный гибрид, в его основе лежит скрещивание перспективных линий яровой твердой пшеницы (ВД/Д-1995) и озимой мягкой пшеницы 728/00
4685/19	Сложный гибрид, в его основе лежит скрещивание между сортами яровой твердой пшеницы Вольнодонская и озимой мягкой пшеницы Тарасовская остистая собственной селекции
4943/20	Сложный гибрид, в его основе лежит скрещивание между сортами яровой твердой пшеницы Вольнодонская и озимой мягкой пшеницы Тарасовская остистая собственной селекции
4950/20	Сложный гибрид, в его основе лежит скрещивание между сортами яровой твердой пшеницы Вольнодонская и озимой мягкой пшеницы Престиж собственной селекции
4465/21	Сложный гибрид, в его основе лежит скрещивание между сортами озимой твердой пшеницы Дончанка зерноградской селекции и яровой твердой пшеницы Новодонская собственной селекции

За годы исследований максимальная урожайность получена у перспективной линии 4685/19 Вольнодонская золотистая\* (47,5 ц/га), она достоверно превышала стандарт Донская элегия по каждому году (табл. 3).

Таблица 3

**Урожайность перспективных сортов и линий яровой твердой пшеницы в конкурсном сортоиспытании, ц/га**

Сорт, линия	Годы исследований			Среднее значение	± к St	% к St
	2021	2022	2023			
Донская элегия, St	33,4	42,3	42,1	39,3		
4804/18	33,2	42,7	41,9	39,3	0,0	100
4685/19	34,4	44,6	47,5	42,2	2,9	106
4943/20	35	42,4	40,7	39,4	0,1	100
4950/20	34,7	42,5	40,7	39,3	0,0	100
4465/21	34,2	44,1	40,3	39,5	0,2	101
Среднее	34,2	43,1	42,2	39,8		
НСР05	1,0	2,1	2,3	1,8		
CV, %	2,16	4,09	6,38			

Остальные линии давали урожай на уровне стандарта, в пределах ошибки опыта. Тем не менее они выколашивались на 1-2 дня раньше стандартного сорта Донская элегия, кроме генотипа 4465/21- от родителя Дончанка передалась позднеспелость (колошение наступало на 1-2 дня позднее) (табл. 4).

Таблица 4

**Хозяйственно-биологическая характеристика перспективных линий конкурсного сортоиспытания яровой твердой пшеницы, 2021-2023 гг.**

	Густота всходов, шт./м <sup>2</sup>	Дата колошения, июнь	Поражение мучнистой росой, %	Поражение желтой ржавчиной, %	Устойчивость к полеганию, балл	Засухоустойчивость, балл	Высота растения, см	Длина колоса, см	Масса 1000 зерен, г
Донская элегия, St	356	10	10	5	7,1	4	107,5	6,3	41,5
4804/18	366	9	10	5	4,3	4	104,8	5,7	40,8
4685/19	350	9	5	5	7,3	4	97,4	6,3	40,9
4943/20	353	9	10	10	4,3	4	103,4	6,5	41,2
4950/20	348	8	10	5	7,5	4	103,3	5,0	41,1
4465/21	359	11	5	1	7,3	5	96,5	6,8	41,4
НСР05	12,4	-	-	-	-	-	6,5	0,1	0,3

Густота всходов на уровне стандарта, поражение болезнями было незначительным у всех сортообразцов (5-10% – мучнистой росой, 1-10% – желтой ржавчиной). Линии 4804/18 и 4943/20 были наименее устойчивы к полеганию (4,3 балла). Все сортообразцы среднерослые с длиной колоса 5,0-6,8 см, жаро- и засухоустойчивые, зерно хорошо выполненное, с массой 1000 зерен до 41,5 г.

Качество зерна – один из главных показателей, по которому оценивается твердая пшеница. Современные технологии производства длиннотрубчатых макаронных изделий и тонких спагетти, так называемых паста продуктов, требуют все более качественное сырье –

высоконатурное стекловидное зерно с упругой и эластичной клейковиной, повышенным содержанием каротиноидных пигментов и белка [8].

Все перспективные сорта яровой твердой пшеницы отвечали требованиям, предъявляемым к зерну на мировом рынке (содержание белка выше 14%).

Показатель натурности зерна косвенно характеризует выполненность зерна. Чем выше натура зерна, тем, как правило, оно более выполнено и содержит больше эндосперма, а значит крахмала, сахара и белков.

Самой высокой натурой зерна за все годы исследований характеризовалась линия 4685/19 (таблица 5). Она сформировала натуру 812 г/л, что на 9 г/л превосходит стандартный сорт Донская элегия (803 г/л). Сортообразцы 4950/20 и 4465/21 также отличались высоконатурным зерном – 806 и 807 г/л соответственно. У остальных линий она была чуть ниже стандарта, но также соответствовала высоконатурному зерну (ГОСТ 10840-2017 Зерно. Метод определения натурности (с правкой)).

Таблица 5

**Технологические свойства некоторых перспективных линий конкурсного сортоиспытания яровой твердой пшеницы, среднее за 2021-2023 гг.**

Сорт, линия	Содержание белка, %	Содержание клейковины, %	Натура, г/л	Каротиноиды, Мкг <sup>0</sup> %	Число падения, сек	Стекловидность, %
Донская элегия, St	15,1	28,8	803	344	440	96
4804/18	15,0	29,2	797	388	433	94
4685/19	15,2	30,3	812	396	451	96
4943/20	14,7	29,7	792	339	450	93
4950/20	14,5	28,0	806	358	464	93
4465/21	14,9	29,8	807	345	421	95
НСР05	1,1	1,2	5,4	17,8	16,3	1,8

Показатель величины стекловидности зерна сорта обязательно учитывается при его использовании в переработке. Зерно с высокой стекловидностью дает большой выход крупы, которая при варке сохраняет свою форму, не разваривается и не ослизняется. В России в соответствии с ГОСТом Р 52554-2006 для 1-го и 2-го классов минимальная стекловидность установлена 85%; для 3-его класса – 70%; для 4-ого и неклассной пшеницы – не ограничена. Все перспективные образцы соответствовали требованиям 1-го класса, зерно было высокостекловидное и варьировало незначительно [9].

Наибольшее количество протеина образовала линия 4685/19 в 2021 году (17,3%, что на 2,2% выше стандарта). Средние показатели также превышали значение стандартного сорта Донская элегия, но были в пределах ошибки опыта. Данные по содержанию белка перспективных сортов были выше 14,5%, что соответствует 1-му классу по ГОСТу (ГОСТ 10846-91 Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка).

В соответствии с количеством протеина в зерне сформировалось и количество клейковины. В макаронном производстве она выполняет две основные функции: является пластификатором, связующим веществом. Первое свойство клейковины позволяет формировать тесто, второе сохранять приданную тесту форму при варке изделий [10]. Линия 4685/19 достоверно превысила стандарт по содержанию клейковины на 1,5% (у Донской элегии 28,8%). По ГОСТу 13586.1-2014 (Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице) все перспективные сортообразцы по количеству клейковины соответствовали 2 классу.

В Российской Федерации, согласно ГОСТу 52554-2006 (Зерно и продукты его переработки. Метод определения числа падения), у зерна первого и второго класса число

падения (ЧП) должно быть не ниже 200 сек., при этом допускается до 5 % проросшего зерна «в зерновой примеси», что соответствует нашим данным по числу падения (у всех перспективных линий показатель ЧП был больше 400 сек.). Сортообразец 4950/20 достоверно превысил стандарт на 24 сек. (у стандартного сорта 440 сек.).

Концентрация каротиноидных пигментов в зерне твердой пшеницы определяет до 30,0% качества конечной продукции [11]. Перспективные линии 4804/18 и 4685/19 достоверно превысили стандартный сорт по данному признаку на 44 мкг% и 52 мкг% соответственно.

Из представленных линий наибольший интерес представляют две – 4685/19 и 4465/21. Первая из них создана в результате внутри- и межвидовой гибридизации с участием сортов отечественной селекции Вольнодонская, Новодонская, Степь 3 и Тарасовская остистая (озимая мягкая), и зарубежной Giorgio и Харьковская 7 с последующим индивидуальным отбором форм. Эта линия превзошла стандарт по содержанию белка на 0,1%, клейковины на 1,5%, натуре зерна на 9 г/л, по каротиноидам на 52 мкг% и числу падения на 11 с (табл. 2).

По результатам конкурсного и экологического испытаний линия 4685/19 передана на Государственное сортоиспытание под названием Вольнодонская золотистая в Центрально-черноземный (5), Северо-Кавказский (6), Средневолжский (7), Нижневолжский (8) и Уральский (9) регионы РФ.

Преимущество данного перспективного сорта по сравнению со стандартом – полевая устойчивость к мучнистой росе и бурой ржавчине, меньшая степень поражения вредителями (злаковой мухой, хлебным пилильщиком), высокая устойчивость к полеганию, более высокая продуктивность при сохранении высоких параметров качества зерна и макарон.

Линия 4465/21 была получена методом многоступенчатой гибридизации: Донская элегия/Helidur//Дончанка/Новодонская. В качестве родителей для скрещивания использовали сорта яровой твердой пшеницы собственной селекции ФГБНУ ФРАНЦ Донская элегия и Новодонская, австрийский сорт Helidur (с высокой устойчивостью к мучнистой росе) и сорт озимой твердой пшеницы из ФГБНУ АНЦ «Донской» Дончанка. Эта линия превзошла стандарт по содержанию клейковины и натуре зерна на 1,0%, 4 г/л соответственно (табл. 2). Зерно высокостекловидное, хорошо выполненное.

Преимущество данного перспективного сорта по сравнению со стандартом – полевая устойчивость к мучнистой росе (5%) и бурой ржавчине (1%), меньшая степень поражения вредителями (злаковой мухой, хлебным пилильщиком), высокая устойчивость к полеганию, стабильно высокая продуктивность при сохранении высоких параметров качества зерна и макарон. Данная линия оставлена для дальнейшего изучения.

### **Выводы**

Таким образом, использование лучших форм озимой пшеницы в качестве одного из родителей в скрещиваниях с яровой твердой позволило создать ряд перспективных линий с высоким потенциалом продуктивности, комплексом хозяйственноценных признаков, по качеству соответствующих требованиям к ценной и сильной пшенице. Лучшими перспективными линиями были 4685/19 и 4465/21. Преимущество по сравнению со стандартом – полевая устойчивость к мучнистой росе и бурой ржавчине, меньшая степень поражения вредителями (злаковой мухой, хлебным пилильщиком), высокая устойчивость к полеганию, более высокая продуктивность при сохранении высоких параметров качества зерна и макарон. По результатам конкурсного и экологического испытаний линия 4685/19 передана на Государственное сортоиспытание под названием Вольнодонская золотистая в Центрально-черноземный (5), Северо-Кавказский (6), Средневолжский (7), Нижневолжский (8) и Уральский (9) регионы РФ.

### **Литература**

1. Самофалова Н.Е., Иличкина Н.П., Костыленко О.А. [и др.] Использование яровых сортов в селекции озимой твердой пшеницы // Зерновое хозяйство России. – 2017. – № 6 (54). – С. 64-68. eLIBRARY ID: 30771243, EDN: ZXJNXL
2. Гапонов С.Н., Попова В.М., Шугарева Г.И. [и др.] Получение новых источников для селекции яровой твердой пшеницы – гарантия создания стабильных стрессоустойчивых

3. Латыпов А.З., Дуктова Н.А. Результаты гибридизации яровых и озимых форм твердой пшеницы в условиях северо-востока Беларуси // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2007. – № 1. – С. 62-66. <https://elibrary.ru/ZUEWDP>
4. Мальчиков П.Н. Подбор родительских генотипов для гибридизации в селекции яровой твердой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 10. – С. 62-64. eLIBRARY ID: 14014103, EDN: LURLFP
5. Кадушкина В.П., Грабовец А.И., Коваленко С.А. Роль генофонда при селекции яровой твердой пшеницы в условиях нарастания аридности климата // Рисоводство. – 2022. – № 3 (56). – С. 41-47. <https://doi.org/10.33775/1684-2464-2022-56-3-41-47>, <https://elibrary.ru/ЕААFTI>
6. Васенев И.И. Бесалиев И.Н., Мальчиков П.Н. [и др.]. Анализ лимитирующих агроэкологических факторов урожайности и качества твердой пшеницы в засушливых условиях // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33, № 12. – С. 30-37. eLIBRARY ID: 41590581, EDN: RCYLPN, DOI: 10.24411/0235-2451-2019-11206
7. Евдокимов М. Г., Юсов В.С., Кирьякова М.Н. [и др.] Перспективные генетические источники для селекции яровой твердой пшеницы в Западной Сибири // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2022. – Т. 26, – № 7. – С. 609-621. eLIBRARY ID: 49840070, EDN: WOINIS, DOI: 10.18699/VJGB-22-75
8. Коваленко С.А., Кадушкина В.П., Бирюкова О. В. Изменчивость технологических свойств зерна твердой яровой пшеницы под влиянием условий вегетации // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2022. – № 1 (41). – С. 109-114. <https://doi.org/10.24412/2309-348X-2022-1-109-114>
9. Коваленко С.А., Кадушкина В.П., Бирюкова О.В. Стекловидность зерна яровой твердой пшеницы в условиях севера Ростовской области // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – № 1 (37). – С. 99-104. <https://doi.org/10.24412/2309-348X-2021-1-99-104>
10. Мальчиков П.Н., Мясникова М.Г., Чахеева Т.В. Качество клейковины сортов твердой пшеницы Самарской селекции и сортов из Италии и Австралии // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – Т. 35, № 9. – С. 25-30. eLIBRARY ID: 46709789, EDN: KHPJZO, DOI: 10.53859/02352451\_2021\_35\_9\_25
11. Гапонов С.Н., Шутарева Г. И., Цетва Н. М. [и др.] Новый сорт яровой твердой пшеницы Тамара – источник каротиноидных пигментов // Зерновое хозяйство России. – 2022. – Т. 14, № 3. – С. 51-56. eLIBRARY ID: 49181190, EDN: NBVMPF, DOI: 10.31367/2079-8725-2022-81-3-51-56

#### References

1. Samofalova N.E., Ilichkina N.P., Kostylenko O.A. Ispol'zovanie yarovykh sortov v selektsii ozimoi tverdoi pshenitsy. [The use of spring varieties in the breeding of winter durum wheat] *Zernovoe khozyaistvo Rossii*, 2017, no. 6(54). Pp.64-68. (In Russian) eLIBRARY ID: 30771243, EDN: ZXJNXL
2. Gaponov S.N., Popova V.M., Shutareva G.I. Poluchenie novykh istochnikov dlya selektsii yarovoii tverdoi pshenitsy [Obtaining new sources for breeding spring durum wheat - a guarantee of creating stable stress-resistant varieties] *Agrarnyi vestnik Yugo-Vostoka*, 2018, no. 3(20). pp. 30-31. (In Russian) eLIBRARY ID: 36845575, EDN: VSKNAM
3. Latypov A.Z., Duktova N.A. Rezul'taty gibridizatsii yarovykh i ozimykh form tverdoi pshenitsy v usloviyakh severo-vostoka Belarusi [Results of hybridization of spring and winter forms of durum wheat in the conditions of the north-east of Belarus] *Vestnik Belorusskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*. 2007, no. 1. Pp. 62-66. (In Russian) <https://elibrary.ru/ZUEWDP>
4. Mal'chikov P.N. Podbor roditel'skikh genotipov dlya gibridizatsii v selektsii yarovoii tverdoi pshenitsy [Selection of parental genotypes for hybridization in the breeding of spring durum wheat]

- Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» № 1 (49) 2024 г.  
*Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2009, no. 10. Pp. 62-64. (In Russian) eLIBRARY ID: 14014103, EDN: LURLFP
5. Kadushkina V. P., Grabovets A.I., Kovalenko S.A. Rol' genofonda pri selektsii yarovoi tverdoi pshenitsy v usloviyakh narastaniya aridnosti klimata [The role of the gene pool in the breeding of spring durum wheat in conditions of increasing climate aridity] *Risovodstvo*. 2022, no. 3(56). Pp. 41-47. (In Russian) <https://doi.org/10.33775/1684-2464-2022-56-3-41-47>, <https://elibrary.ru/EAFTI>
  6. Vasenev I.I., Besaliev I.N., Mal'chikov P.N. Analiz limitiruyushchikh agroekologicheskikh faktorov urozhainosti i kachestva tverdoi pshenitsy v zasushlivykh usloviyakh [Analysis of limiting agroecological factors of yield and quality of durum wheat in arid conditions] *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2019, V. 33, no. 12. Pp. 30-37. (In Russian) eLIBRARY ID: 41590581, EDN: RCYLPH, DOI: 10.24411/0235-2451-2019-11206
  7. Evdokimov M.G., Yusov V.S., Kir'yakova M.N. Perspektivnye geneticheskie istochniki dlya selektsii yarovoi tverdoi pshenitsy v Zapadnoi Sibiri [Promising genetic sources for breeding spring durum wheat in Western Siberia] *Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii*. 2022, V. 26, no. 7. Pp. 609-621. (In Russian) eLIBRARY ID: 49840070, EDN: WAINIS, DOI: 10.18699/VJGB-22-75
  8. Kovalenko S. A., Kadushkina V.P., Biryukova O.V. Izmenchivost' tekhnologicheskikh svoystv zerna tverdoi yarovoi pshenitsy pod vliyaniem uslovii vegetatsii [Variability of technological properties of durum spring wheat grain under the influence of vegetation conditions] *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2022, no. 1(41). Pp. 109-114. (In Russian) <https://doi.org/10.24412/2309-348X-2022-1-109-114>
  9. Kovalenko S.A., Kadushkina V.P., Biryukova O.V. Steklovidnost' zerna yarovoi tverdoi pshenitsy v usloviyakh severa Rostovskoi oblasti [Vitreous grain of spring durum wheat in the conditions of the north of the Rostov region] *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2021, no. 1(37). Pp. 99-104. (In Russian) <https://doi.org/10.24412/2309-348X-2021-1-99-104>
  10. Mal'chikov, P.N., Myasnikova M.G., Chakheeva T.V. Kachestvo kleikoviny sortov tverdoi pshenitsy samarskoi selektsii i sortov iz Italii i Avstralii [Gluten quality of durum wheat varieties of Samara selection and varieties from Italy and Australia] *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2021, V. 35, no. 9. Pp. 25-30. (In Russian) eLIBRARY ID: 46709789, EDN: KHPJZO, DOI: 10.53859/02352451\_2021\_35\_9\_25
  11. Gaponov S.N., Shutareva G.I., Tsetva N.M. Novyi sort yarovoi tverdoi pshenitsy Tamara - istochnik karotinoidnykh pigmentov [A new variety of spring durum wheat Tamara - a source of carotenoid pigments] *Zernovoe khozyaistvo Rossii*. 2022, V. 14, no. 3. Pp. 51-56. (In Russian) eLIBRARY ID: 49181190, EDN: NBVMFP, DOI: 10.31367/2079-8725-2022-81-3-51-56

УДК 631.52:633.16:631.521

## ИЗМЕНЕНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЯЧМЕНЯ В СВЯЗИ С СОРТОСМЕНОЙ

**Т.Г. ГОЛОВА**, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0003-3296-1984

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

E-mail: niish1c@mail.ru

ФГБНУ ВОРОНЕЖСКИЙ ФАНЦ ИМЕНИ В.В. ДОКУЧАЕВА

*В условиях центральной части Воронежской области были проанализированы данные метеоусловий с 2004 по 2022 годы и изменение хозяйственных показателей на примере районированного с 2004 года сорта ячменя Приазовский 9. Также изучены сорта ранней (2004-2008 гг.) и поздней (2019-2022 гг.) сортосмен, и проведен анализ урожайности и качества зерна сортов степного, западноевропейского происхождения и новых сортов селекции ФГБНУ «Воронежский ФАНЦ». За годы исследований температурный фактор в период от колошения до полной спелости имеет четко выраженную тенденцию к повышению значений. Характер распределения осадков по межфазным периодам говорит об улучшении условий в посевной период. В период вегетации от всходов до колошения и во второй половине вегетации до полной спелости влагообеспеченность падала. Трендовые линии показателей массы 1000 зерен и содержания крахмала в зерне снижаются по сравнению с начальными показателями на 5,4 и 6,6 единиц соответственно, что говорит об усилении неблагоприятных условий в период формирования зерновки. Повышение температурного режима в период от всходов до колошения оказало достоверно значимое отрицательное влияние на формирование урожайности –  $r=-0,45^*$  и положительное – на повышение белка ( $r=0,62^{**}$ ). В период изучения первой сортосмены (2004-2008 гг.) степные сорта незначительно уступали сортам западноевропейского типа иностранной и отечественной селекции, однако в целом по всем сортам была получена низкая урожайность от 23,9 до 28,5 ц/га. За период второй сортосмены с 2019 по 2022 годы урожайность изученных в опыте новых степных сортов достигла в среднем 36,1 ц/га, что выше, чем у сортов первой сортосмены на 10,4 ц/га (40,5%). Новые западноевропейские сорта, включенные в Реестр, сформировали урожайность в среднем за период изучения 33,5 ц/га, что выше, чем у сортов первой сортосмены на 6,2 ц/га (22,3%). Вновь созданные сорта местной селекции являлись наиболее продуктивными, все превышали уровень урожайности стандартного сорта на 1,9 – 4,5 ц/га. По сравнению с местными сортами старой селекции, урожайность сортов современной селекции выше на 12,6 ц/га, что составляет 51,2%. Повышение продуктивности местных сортов ячменя произошло за счет увеличения массы 1000 зерен и периода от всходов до колошения, когда происходит закладка элементов продуктивности. Наиболее высокую урожайность сформировали сорта: Игорец, районированный по Воронежской области и Курлак, районированный по Средневолжскому региону. Полученные данные указывают на важность создания сортов ячменя, адаптированных к местным природно-климатическим условиям, что способствует стабилизации урожайности по годам, повышению ее нижнего порога и позволяет ускоренно и качественно производить сортосмену в своем регионе.*

**Ключевые слова:** метеофакторы, сорт, урожайность, масса 1000 зерен, вегетационный период, содержание белка.

**Для цитирования:** Голова Т.Г., Ершова Л.А. Изменение хозяйственных показателей ячменя в связи с сортосменой. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2024; 1(49):77-86. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-1-77-86

**CHANGE IN BARLEY ECONOMIC INDICATORS IN CONNECTION WITH VARIETY CHANGE**

**T.G. Golova, L.A. Ershova, E-mail: niish1c@mail.ru**

FSBSI V.V. DOKUCHAEV VORONEZH FEDERAL AGRARIAN SCIENTIFIC CENTER

**Abstract:** *In the conditions of the central part of the Voronezh region, data on weather conditions from 2004 to 2022 and a change in economic indicators were analyzed on the example of the Priazovsky 9 barley variety zoned since 2004. Varieties of early (2004-2008) and late (2019-2022) varieties were studied, and an analysis of the yield and quality of grains of steppe, Western European origin and new varieties of selection of the Voronezh Fan Center Federal State Budgetary Institution was carried out. Over the years of studies, the temperature factor during the period from ripening to full ripeness has a clearly pronounced tendency to increase values. The nature of precipitation distribution in interfacial periods indicates an improvement in conditions during the sowing period. During the growing season, from seedlings to spikes and in the second half of the growing season, the moisture supply fell to full ripeness. The trend lines of the mass of 1000 grains and the starch content in the grain decrease compared with the initial indicators by 5.4 and 6.6 units, respectively, which indicates an increase in unfavorable conditions during the period of grain formation. The increase in temperature conditions during the period from seedlings to spikes had a significantly significant negative effect on the formation of yield -  $r = -0.45$  \* and positive - on protein accumulation ( $r = 0.62$  \* \*). During the study of the first variety exchange (2004-2008), steppe varieties were slightly inferior to varieties of the Western European type of foreign and domestic breeding, however, in general, a low yield of 23.9 to 28.5 c/ha was obtained for all varieties. During the period of the second variety exchange from 2019 to 2022, the yield of new steppe varieties studied in the experience reached an average of 36.1 c/ha, which is 10.4 c/ha higher than that of the first variety exchange (40.5%). New Western European varieties included in the Register formed a yield on average over the study period of 33.5 c/ha, which is higher than that of the first variety varieties by 6.2 c/ha (22.3%). Newly created varieties of local breeding were the most productive, all exceeded the yield level of the standard variety by 1.9-4.5 c/ha. Compared to local varieties of old breeding, the yield of varieties of modern breeding is 12.6 c/ha higher, which is 51.2%. The increase in the productivity of local barley varieties was due to the increase in the mass of 1000 grains and the period from seedlings to peeling, when the elements of productivity are laid. The highest yield was formed by varieties: Ikorets, zoned in the Voronezh region and Kurlak, zoned in the Middle Volga region. The obtained data indicate the importance of creating barley varieties adapted to local natural and climatic conditions, which contributes to the stabilization of yields by years, raising its lower threshold and allows for accelerated and high-quality production of varietal change in their region.*

**Keywords:** weather factors, variety, yield, weight of 1000 grains, growing season, protein content.

**Введение**

Интенсификация производства в современных условиях невозможна без использования высокоурожайных сортов, достаточно хорошо приспособленных к абиотическим факторам внешней среды. В комплексе мер по подъему зернового хозяйства важное место должна занимать сортосмена, как наиболее дешевый и доступный фактор интенсификации производства зерна. Сортосмена всегда обусловлена рядом объективных причин природно-климатического, биологического или экономического характера. К природно-климатическим причинам относятся часто повторяющиеся засухи в течение вегетационного периода, влажные годы с обильными ливневыми осадками или с высокой температурой воздуха в периоды налива и созревания зерна, что характерно для последнего десятилетия. Урожайность, интенсивность роста, ритм развития растений определяется сложной системой взаимодействия между внутренними и внешними факторами, которые обуславливают уровень продуктивности и адаптивности. Практически все селекционеры занимаются

изучением приспособительных реакций сортов различного происхождения в конкретных метеоусловиях с целью использования их в селекционном процессе [1, 3, 4, 5]. По мнению А.А. Жученко (1980 г), «наличие сортового разнообразия с широким диапазоном приспособительных возможностей обеспечивает наиболее эффективное использование почвенно-климатических ресурсов конкретного региона». Как считает Филиппов Е.Г. с соавторами [1], необходимость сортосмены связана с тем, что создать идеальный сорт невозможно, его можно бесконечно совершенствовать, вкладывая денежно-материальные и интеллектуальные средства. Каждый период сортосмены представляет собой более высокую ступень, качественно новый этап совершенствования. Научный прогресс в области селекции диктует частую сортосмену, что характеризуется резким сокращением срока жизни сорта. Это означает, что экономически более выгодно развивать производство зерна на базе новых сортов, что позволит быстрее реализовать их потенциальные возможности и окупить затраты на их создание.

Условия возделывания ярового ячменя в Воронежской области, особенно в ее юго-восточной части, отличаются недостаточным увлажнением и ежегодным проявлением ростиингибирующих температур в различные периоды онтогенеза. Предлагаемые для возделывания в Центральном-Черноземном регионе сорта ярового ячменя в подавляющем большинстве (33 сорта) относятся к западноевропейской группе иностранного происхождения. Количество сортов отечественной селекции значительно меньше – 23, причем более половины из них рекомендованы к возделыванию в северных и северо-западных областях региона. В благоприятные по осадкам и температурному режиму годы в условиях Воронежской области наиболее полно свои потенциальные возможности проявляют сорта ячменя западноевропейского происхождения, но в засушливых условиях они резко снижают урожай и качество зерна [6]. Основной причиной этого является их неприспособленность к повышенной континентальности климата, резким перепадам температур и влажности в течение вегетации ячменя. Сорта степного происхождения, экстенсивного или полунтенсивного типов, имеют преимущество по урожаю в засушливых условиях. Однако засухоустойчивые сорта обладают слабой отзывчивостью на улучшение условий возделывания, что, соответственно, снижает их потенциал продуктивности. Поэтому важнейшим направлением селекции ячменя в Воронежском ФАНЦ является создание продуктивных сортов, адаптированных к контрастным погодным условиям региона.

#### **Материал и методы исследований**

В условиях центральной части Воронежской области были проанализированы основные метеорологические факторы с 2004 по 2022 годы и, в связи с этим, изменение урожайности и качественных характеристик зерна на примере районированного с 2004 года сорта ячменя Приазовский 9, который являлся стандартом в селекционных питомниках в период с 2004 по 2022 годы (опыт 1). В этом опыте был проведен корреляционный анализ зависимости хозяйственных показателей ячменя от складывающихся погодных условий и показано направление изменчивости хозяйственных показателей с течением времени в конкретных условиях возделывания

Во втором опыте представлены сорта разных периодов районирования – сортосмены. Изучены урожайность и качество зерна сортов степного, западноевропейского происхождения и селекции Воронежского ФАНЦ. Проанализированы по пять широко известных районированных сортов каждой группы в целях определения эффективности сортосмены. В ранний анализируемый период, первую сортосмену: 2004-2008 гг. (искл. 2007 год, как экстремально засушливый): включены сорта степного происхождения – Докучаевский 1, Таловский 34, Олимпиец, Горинский, Камышинский 23 и западного происхождения – Суздалец, Мик-1, Анабель, Гонар, Турингия. Второй, поздний период (вторая сортосмена) включил годы 2019-2022; в степной группе изучены районированные сорта - Щедрый, Медикум 157, Нутанс 553, Таловский 9, Осколец, в западноевропейской – Ейфель, Зу Сурен, Зу Заза, Фабиола, Даниэлле, в группе новых сортов местной селекции – Курлак, Тамлык, Икорец, Янтарь, Хопер.

Образцы в обоих опытах испытывались на делянках площадью 10 м<sup>2</sup> в трех-четырёхкратной повторности. Методы биохимических анализов по определению содержания белка и крахмала – классические: по Кьельдалю и поляриметрический. Математическая обработка данных проведена по Б.А. Доспехову (1985 г).

### Результаты и их обсуждение

**Опыт 1.** Анализ метеоданных Каменно-степной станции за период с 2004 по 2022 годы проведен по параметрам среднедекадных температур и суммы осадков в течение определенных периодов вегетации ярового ячменя с учетом посевного периода – месяца апрель: до посева, посев – колошение, колошение – спелость (рис. 1). Полученные линии трендов за изученные периоды позволяют говорить о достаточно стабильном температурном режиме по годам в апреле, когда по средним многолетним данным производится посев ярового ячменя: вторая - третья декады и в период от всходов до колошения. Температурный фактор от колошения до полной спелости, графически отображенный линией тренда, имеет четко выраженную тенденцию к повышению значений (рис. 1 а). Характер распределения осадков по межфазным периодам, который отображают линии трендов (рис. 1 б), говорит об улучшении условий в апреле перед посевом. В периоды от всходов до колошения и во второй половине вегетации от колошения до полной спелости, влагообеспеченность падала, что негативно отражалось на хозяйственных показателях.

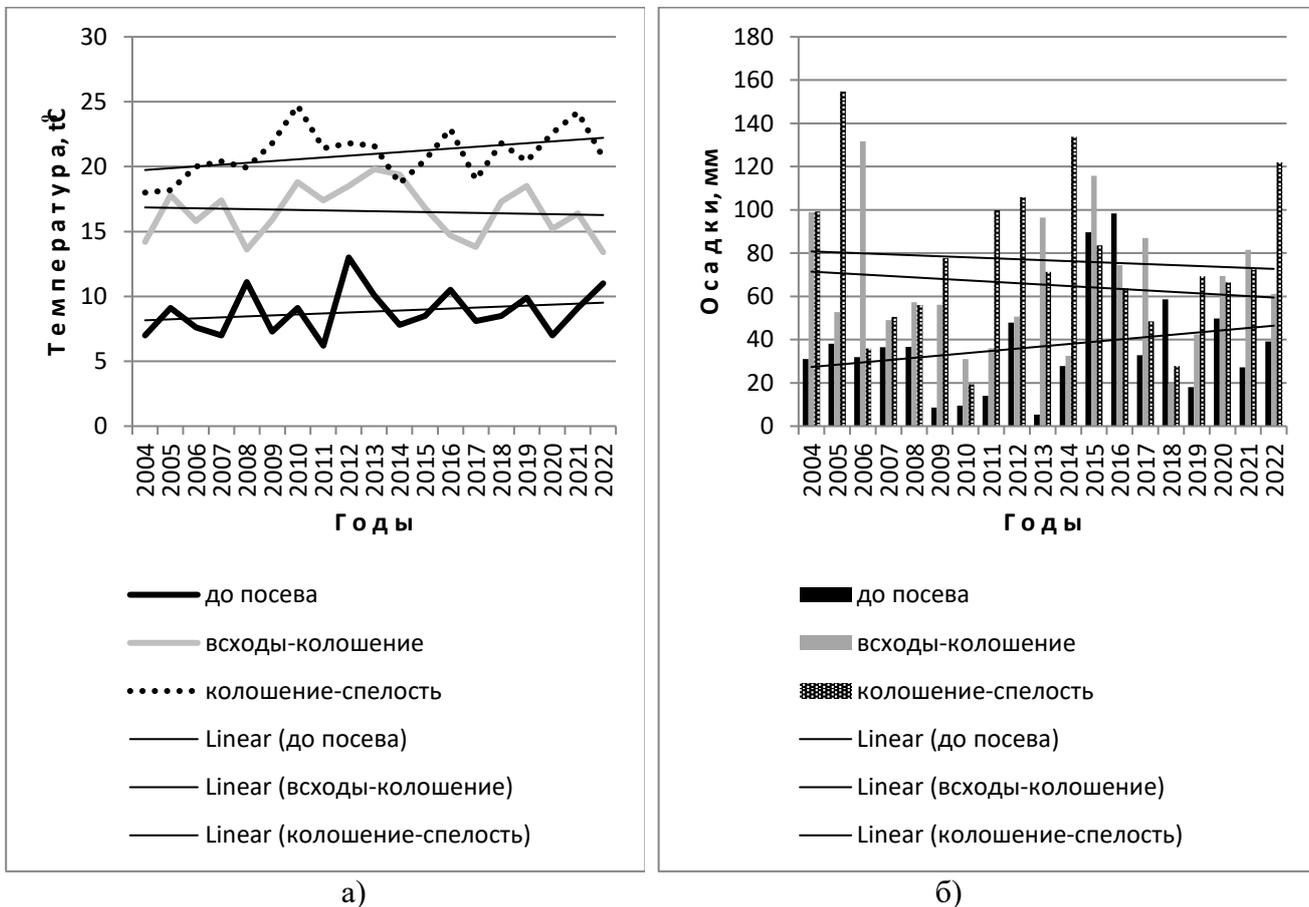


Рис. 1. Распределение среднедекадных температур (а) и осадков (б) по годам и периодам вегетации ячменя (2004-2022 гг.)

Корреляционный анализ зависимости хозяйственных показателей ячменя от складывающихся погодных условий проведен на районированном сорте Приазовский 9, который являлся стандартом в селекционных питомниках за период с 2004 по 2022 годы. Полученные данные по коэффициентам корреляции, представленные в таблице 1, в основном не противоречат ранее известным положениям для засушливых регионов [2, 5, 6]. Повышенные температуры в периоды вегетации ячменя отрицательно сказываются на

урожайности ( $r = -0,45^*$ ,  $-0,31^*$ ), массе 1000 зерен ( $r = -0,84^{***}$ ), накоплении в зерне крахмала ( $r = -0,35^*$ ,  $-0,43^*$ ) и положительно - на формировании повышенной белковости зерна ячменя ( $r = 0,62^{**}$ ,  $0,35^*$ ). Наличие осадков благотворно влияет на формирование урожая зерна в целом, более значимое положительное воздействие отмечено на массу 1000 зерен ( $r = 0,49^*$ ) и длину вегетационного периода ( $r = 0,43^*$ ). Выявлено достоверное усиление негативного влияния повышенных температур на формирование урожайности начиная со всходов до фазы колошения:  $r = -0,45^*$ , и более значимое, чем после колошения, положительное воздействие на накопление белка -  $r = 0,62^{**}$ . (Здесь: \*, \*\*, \*\*\* - достоверно на 0,5\*, 0,1\*\*, 0,01\*\* уровнях значимости).

Таблица 1

**Коэффициенты корреляции\* хозяйственно-биологических показателей  
(Каменная Степь, 2004-2022 гг.)**

Показатели	Температура средняя декадная			Осадки по периодам			Урожайность	Масса 1000 зерен	Дней от всходов до		Содержание белка	Содержание крахмала
	Апрель	Всходы - колос.	Колос.- спелость	Апрель	Всходы- колос.	Колос.- спелость			Коло- шения	Полной спелости		
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1											
2		1										
3			1									
4		-0,32		1								
5		-0,36			1							
6			-0,48			1						
7		-0,45	-0,31			0,38	1					
8			-0,84			0,49	0,54	1				
9	0,41	-0,53			0,29		0,53	0,38	1			
10	0,28	-0,35	-0,54			0,43	0,75	0,62	0,62	1		
11	0,26	0,62	0,35					-0,43	-0,28		1	
12		-0,35	-0,43		0,35	-0,29	-0,25	0,34			-0,68	

\*Примечание: все коэффициенты достоверны на 0,5-0,01 уровнях значимости.

Представленный на рисунке 2 график динамики за годы изучения хозяйственных показателей у стандартного сорта Приазовский 9 показывает повышение урожайности и тенденции к снижению массы 1000 зерен (МТЗ) и накопления крахмала. Данные урожайности сорта Приазовский 9 за первые годы испытания говорят о слабой стабильности генома в новых контрастных условиях среды. Затем, по мере адаптации и стабилизации приспособительных реакций, значения урожайности выравниваются, что видно на графике, и линия тренда выходит на плато. Показатели содержания белка за изученный период формируются на одном уровне, имеют небольшие спады в благоприятные годы и подъемы – в более сухие. Трендовые линии показателей массы 1000 зерен и содержания крахмала в зерне снижаются параллельно друг другу по сравнению с начальными показателями на 5,4 и 6,6 единиц соответственно, что говорит об усилении неблагоприятных условий в период формирования и налива зерновки.

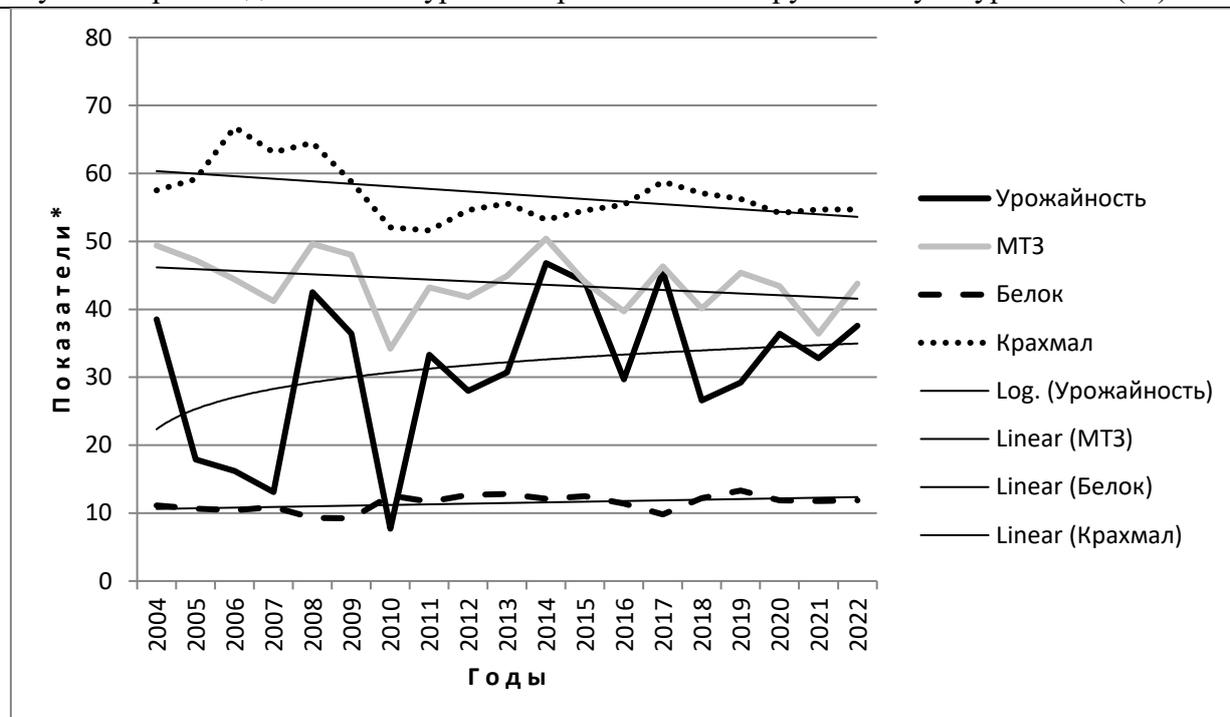


Рис. 2. График динамики хозяйственных показателей у сорта Приазовский 9

\*Примечание: ось ординат – показатели: Урожайность (ц/га), МТЗ – масса 1000 зерен (г), Белок – содержание белка (%), Крахмал – содержание крахмала (%).

**Опыт 2.** Также по основным хозяйственно ценным показателям нами были проанализированы по пять широко известных сортов степного и западноевропейского происхождения в ранний анализируемый период, первая сортосмена (2004-2008 гг.), когда метеоданные за вегетацию ячменя в среднем составили: 97,2% к среднемуголетним данным по температурному режиму и 113,8% по сумме осадков. Второй, поздний период (вторая сортосмена) включил годы с 2019 по 2022, когда температурный режим превысил среднемуголетние данные на 24,4%, осадков выпало больше многолетней нормы на 5,1%. Таким образом, первый период изучения сложился более благоприятно по погодным условиям вегетации, второй более жестко, со значительным превышением температурного фактора.

В период первой сортосмены (табл. 2) степные сорта незначительно (в пределах ошибки) уступали сортам западного типа иностранной и отечественной селекции: на 1,6 ц/га. Однако, в целом по всем сортам была получена низкая урожайность от 23,9 до 28,5 ц/га. Здесь необходимо учитывать снижение качества технологических приемов возделывания культуры в анализируемый период, полное прекращение поставок удобрений и химикатов, что в последствие негативно отразилось на уровне продуктивности зерновых культур в целом, тем более ячменя – культуры с наиболее коротким вегетационным периодом. Наиболее урожайными из степных были сорта Горинский (Белгородская обл.) – 26,9 ц/га и Камышинский 23 (Волгоградская обл.) – 27,6 ц/га, который использовался в качестве стандарта. Среди сортов западного происхождения более урожайным также оказался стандартный сорт Гонар из Белоруссии – 28,5 ц/га. Степные сорта отличались большей массой 1000 зерен, однако, ни один из них не превысил уровня стандартного сорта Приазовский (47,6 г). Более достоверно степные формы отличались от западных короткими периодами от всходов до колошения и до полной спелости: на 4,4 и 2,9 дней. По содержанию белка и крахмала группы сортов практически не отличались, различия между сортами также были очень слабые и сильно варьировали по годам. Однако, благодаря хорошей увлажненности периода первой сортосмены, показатели накопления в зерне крахмала были высокими в обеих группах: 64,1-64,8%, а содержания белка – низкими: 10,2-10,5%.

Таблица 2

**Хозяйственно-биологическая характеристика сортов ячменя, 2004-2008 гг.**

Название сорта	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Дней до колошения	Вегетационный период, дн.	Содержание белка, %	Содержание крахмала, %
Приазовский 9	28,8	47,6	46,2	79,8	10,4	61,6
<b>Степные</b>						
Докучаевский 1	24,5	43,9	42,5	77,5	10,7	63,8
Таловский 34	23,9	46,4	41,8	78,2	9,7	65,3
Олимпиец	25,5	43,6	45,2	78,5	9,4	65,6
Горинский	26,9	45,6	43,2	78,8	10,8	65,2
Камышинский 23	27,6	44,8	42,5	78,2	10,2	64,2
<b>Среднее</b>	<b>25,7</b>	<b>44,9</b>	<b>43,0</b>	<b>78,2</b>	<b>10,2</b>	<b>64,8</b>
НСР <sub>05</sub>	2,3	1,2	2,4	2,2	0,23	0,56
<b>Западные</b>						
Суздалец	26,9	42,1	51,2	83,5	10,1	65,0
Мик 1	27,6	41,6	49,2	82,8	10,5	64,4
Анабель	26,1	40,6	48,0	82,5	10,6	63,4
Гонар	28,5	45,8	43,2	77,8	10,2	64,8
Турингия	27,4	46,4	45,2	78,8	11,1	62,9
<b>Среднее</b>	<b>27,3</b>	<b>43,3</b>	<b>47,4</b>	<b>81,1</b>	<b>10,5</b>	<b>64,1</b>
НСР <sub>05</sub>	2,6	1,5	2,5	2,7	0,21	0,62

Экстремальные условия второго периода сортоиспытания (2019-2022 гг.) характеризовались усилением температурного фактора и снижением суммы осадков, как показывают линии трендов, (рис. 1). В таблице 3 представлены сорта степного, западно-европейского происхождения и селекции Воронежского ФАНЦ, созданные с 2012 по 2022 годы. Возобновление качества технологических приемов возделывания позволило получить более высокую урожайность всех сортов в этот период, начиная со стандарта Приазовский 9, его продуктивность повышена в среднем на 5,2 ц/га, по сравнению с ранним периодом исследований.

Таблица 3

**Хозяйственно-биологическая характеристика сортов ячменя, 2019-2022 гг.**

Название сорта	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Дней до колошения	Дней до полной спелости	Содержание белка, %	Содержание крахмала, %
<b>Приазовский 9</b>	34,0	42,2	44,7	80,0	12,2	55,0
<b>Степные</b>						
Щедрый	35,3	42,6	43,8	78,8	11,9	55,1
Медикум 157	37,3	46,2	40,0	76,2	11,8	56,2
Нуганс 553	35,7	41,9	43,0	75,8	12,1	55,2
Таловский 9	36,7	44,3	44,0	78,5	11,9	55,1
Осколец	35,3	39,9	46,2	79,8	11,4	54,6
<b>Среднее</b>	<b>36,1</b>	<b>43,0</b>	<b>43,4</b>	<b>77,8</b>	<b>11,82</b>	<b>55,24</b>
НСР <sub>05</sub>	2,2	2,1	1,2	2,8	0,27	0,63
<b>Западноевропейские</b>						
Ейфель	38,5	44,2	45,5	80,2	11,4	55,8
Зу Сурен	34,0	41,0	47,0	82,5	11,2	54,7
Зу Заза	33,3	41,9	47,0	80,2	11,0	56,0
Фабиола	32,4	40,5	47,2	81,0	11,4	54,8
Даниэлле	29,2	41,6	46,0	81,5	11,6	55,0
<b>Среднее</b>	<b>33,5</b>	<b>41,8</b>	<b>46,5</b>	<b>81,1</b>	<b>11,32</b>	<b>55,26</b>
НСР <sub>05</sub>	2,9	1,5	1,1	2,4	0,22	0,58

Местной селекции						
Курлак	38,1	44,6	47,5	78,2	12,0	56,2
Тамлык	37,3	41,3	46,2	79,5	12,2	55,2
Икорец	38,2	45,4	46,5	80,5	11,9	55,3
Янтарь	35,9	44,0	43,8	79,2	11,4	55,1
Хопер	36,5	43,9	42,2	77,2	11,4	55,3
<b>Среднее</b>	<b>37,2</b>	<b>43,8</b>	<b>45,2</b>	<b>78,9</b>	<b>11,78</b>	<b>55,42</b>
НСР <sub>05</sub>	1,9	1,6	1,1	2,4	0,26	0,55

За период с 2019 по 2022 годы урожайность изученных в опыте новых степных сортов достигла в среднем 36,1 ц/га, что выше стандарта Приазовский 9 на 2,1 ц/га. Урожайность степных сортов второй сортосмены превысила на 10,4 ц/га урожайность сортов первой сортосмены, что составило 40,5%. С учетом улучшения почвенных условий, определяемых по урожайности стандартного сорта Приазовский 9, прибавка составила 5,2 ц/га (20,2%). Наиболее высокая урожайность отмечена у сортов Медикум 157 и Таловский 9 (местной селекции): 37,3 и 36,7 ц/га соответственно. Урожайность районированных западноевропейских сортов в условиях опыта была ниже, чем у степных сортов на 2,6 ц/га, только сорт Эйфель был продуктивнее других – 38,5 ц/га. Урожайность западноевропейских сортов второй сортосмены превысила на 6,2 ц/га значения сортов первой сортосмены, что составило 22,3%, с учетом поправки: 1 ц/га (3,7%). Вновь созданные сорта местной селекции являлись наиболее продуктивными, все превышали уровень урожайности стандартного сорта на 1,9 – 4,5 ц/га. По сравнению с местными сортами старой селекции: Докучаевский 1, Таловский 34 и Олимпиец (табл. 1), урожайность сортов современной селекции выше на 12,6 ц/га, что составляет 51,2%, с учетом поправки: 7,4 ц/га (30,0%). Лучшие из них: Икорец – районирован по Воронежской области и Курлак - районирован по Средневолжскому региону

Изученные сорта второй сортосмены имеют различия по хозяйственным показателям. Масса 1000 зерен выше у степных сортов и сортов местной селекции, чем у западноевропейских, на 1,2-2,0 г. Длина периода от всходов до колошения у степных форм составила 43,4 дня, у западных сортов этот период увеличен на 3,1, у местных – на 1,8 дня. Наиболее длинным вегетационным периодом характеризуются западноевропейские формы (80,2-81,5 дней), степные – самым коротким (75,8-79,8), местные сорта занимают промежуточное положение – 77,2-80,5 дней. Повышение продуктивности местных сортов ячменя произошло за счет увеличения массы 1000 зерен и периода от всходов до колошения, когда происходит закладка важных элементов продуктивности. Вторая половина вегетации у местных сортов по продолжительности не увеличена, что исключает затягивание темпов налива в годы с повышенной влажностью и способствует получению выполненного зерна в засушливых условиях. Данные по содержанию белка и крахмала у изученных по группам сортов в среднем также мало отличаются, как и в первый исследуемый период. Однако в целом уровень содержания белка повысился на 0,8-1,6% соответственно по группам: западная и степная, уровень накопления крахмала снижен значительно – от 8,9 до 9,6%. По анализируемым группам сортов, как в первый период, так и во второй, различий по этому показателю не отмечено. Показатель содержания крахмала в эндосперме зерна в наших условиях скорее может говорить о степени выполненности эндосперма, чем о пивоваренных достоинствах сорта.

### Заключение

За годы исследований (2004-2022 гг.) температурный фактор в период от колошения до полной спелости имеет четко выраженную тенденцию к повышению значений. Характер распределения осадков по межфазным периодам говорит об улучшении условий в посевной период. В период вегетации до колошения и во второй половине вегетации до полной спелости влагообеспеченность падала, что негативно отражалось на качестве зерна. Повышение температурного режима в ранний период вегетации от всходов до колошения

оказало достоверно значимое отрицательное влияние на формирование урожайности -  $r=-0,45^*$  и более значимое положительное – на накопление белка -  $r=0,62^{**}$ .

За второй период сортосмены (2019-2022 гг.) фактическая урожайность степных сортов достигла в среднем 36,1 ц/га и превысила на 10,4 ц/га урожайность сортов первой сортосмены, что составило 40,5%. Урожайность районированных западноевропейских сортов ниже, чем у степных на 2,6 ц/га, и превысила на 6,2 ц/га значения сортов первой сортосмены, что составило 22,3%. Современные сорта местной селекции наиболее продуктивные из изученного набора сортов. По сравнению с местными сортами старой селекции их урожайность выше на 12,6 ц/га, что составляет 51,2%. Увеличение продуктивности местных сортов ячменя произошло за счет увеличения массы 1000 зерен и периода от всходов до колошения, когда происходит закладка элементов продуктивности. Наиболее высокую урожайность сформировали сорта Икорец, районированный по Воронежской области и Курлак, районированный по Средневолжскому региону.

Эффективность сортосмены ячменя за пятнадцатилетний период по фактическим данным урожайности составила от 22,3 до 51,2%; с учетом улучшения почвенных условий, определенных по показателям урожайности стандарта – 3,7-30,0%. Полученные данные указывают на важность создания сортов ячменя, адаптированных к местным природно-климатическим условиям, что способствует стабилизации урожайности по годам, повышению ее нижнего порога и позволяет ускоренно и качественно производить сортосмену в своем регионе.

### Литература

1. Мустафина А.Б. Основные особенности влияния погодных условий на урожайность зерновых культур в республике Татарстан. // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. – 2019. – № 2 (372). – С. 144-153.
2. Кинчаров А.И. и др. Селекционная оценка признака массы 1000 зерен в засушливых условиях. // Успехи современного естествознания. – 2020. – № 5. – С. 7-12.
3. Левакова О.В., Ерошенко Л.М. и др. Оценка зерновой продуктивности и адаптивности отечественных и зарубежных сортов ярового ячменя в условиях Нечерноземной зоны РФ // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 3. – С.30-33.
4. Блохин В.И., Никифорова И.Ю., Ганиева И.С., Ланочкина М.А., Малафеева Ю.В. Оценка адаптивного потенциала сортов и линий ярового ячменя селекции Татарского НИИСХ// Зернобобовые и крупяные культуры. – 2022. – № 4 (44). – С. 163-176. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-163-176.
5. Андреев А.А., Драчева М.К. Изучение сортов ярового ячменя в коллекционном питомнике в северо-восточной части ЦЧР // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – № 3 (39). – С. 102-106. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-3-102-106.
6. Ершова Л.А., Голова Т.Г. Реакция районированных сортов ячменя на условия вегетации. // Итоги и перспективы развития агропромышленного комплекса. Соленое Займище. –2019. – С. 244-248.

### References

1. Mustafina A.B. Osnovnyye osobennosti nablyudeniya za sostoyaniyem urozhaya zernovykh kul'tur v Respublike Tatarstan [The main features of monitoring the state of grain crops in the Republic of Tatarstan]. *Gidrometeorologicheskiye issledovaniya i prognozy*. 2019, no.2 (372), pp. 144-153. (In Russian)
2. Kincharov A.I. et al. Selektionsnaya otsenka priznaka massy 1000 zeren v zasushlivykh usloviyakh [Breeding evaluation of the trait of mass of 1000 grains in arid conditions]. *Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya*. 2020, no. 5, pp. 7-12.
3. Levakova O.V., Eroshenko L.M. Otsenka zernovoy produktivnosti I adaptivnosti otechestvennykh sortov yarovogo yachmenya v usloviyakh Nechernozemnoy zony RF [Evaluation of grain productivity and adaptability of domestic and foreign varieties of spring barley in the conditions of the Non-Black Earth Zone of the Russian Federation], *Agrarnyy nauchnyy zhurnal*, 2021, no. 3, pp. 30-33.

4. Blohin V.I., Nikiforova I.Yu., Ganieva I.S., Lanochkina M.A., Malafeeva Yu.V. Ocenka adaptivnogo potenciala sortov i linij yarovogo yachmenya selekcii Tatarskogo NIISX. Zernobobovy`e i krupyany`e kul`tury`. [Assessment of the adaptive potential of varieties and lines of spring barley bred by the Tatar Research Institute of Agriculture]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2022, no. 4 (44), pp. 163-176. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-163-176.
5. Andreev A.A., Dracheva M.K. Izuchenie sortov yarovogo yachmenya v kollekcionnom pitomnike v severo-vostochnoj chasti TsChR. Zernobobovy`e i krupyany`e kul`tury`. [Study of spring barley varieties in a collection nursery in the north-eastern part of the Central Chernobyl Region]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2021, no. 3 (39), pp. 102-106. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-3-102-106.
6. Ershova L.A., Golova T.G. Reakciya rajonirovannyh sortov yachmenya na usloviya vegetacii. Itogi i perspektivy razvitiya agropromyshlennogo kompleksa. [The reaction of zoned barley varieties to growing conditions. Results and prospects for the development of the agro-industrial complex.] *Solenoe Zajmishche*. 2019, pp. 244-248.

УДК 633.367/631.8

## УДОБРЕНИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЮПИНО-ПШЕНИЧНОЙ СМЕСИ НА СЕНАЖ И ЗЕРНО ПРИ РАЗНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ В ЦЕНТРАЛЬНОМ НЕЧЕРНОЗЕМЬЕ

**В.В. КОНОНЧУК**, доктор с.- х. наук, E-mail: vadimkononchuk@yandex.ru  
**С.М. ТИМОШЕНКО, В.Д. ШТЫРХУНОВ, Т.О. НАЗАРОВА, Е.А. ТУЛИНОВА**,  
кандидаты сельскохозяйственных наук  
**В.Ф. КИРДИН**, доктор сельскохозяйственных наук  
**О.А. ЩУКЛИНА\***, **П.М. КОНОРЕВ\***, кандидаты сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «НЕМЧИНОВКА»  
\* ФГБУН ГЛАВНЫЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД ИМЕНИ Н.В. ЦИЦИНА РАН

*Для удовлетворения возрастающих потребностей животноводства Центрального Нечерноземья в высококачественных объемистых и концентрированных кормах, сбалансированных по протеину и энергии, в условиях изменяющегося климата рекомендуется расширение видового разнообразия сеяных однолетних агрофитоценозов за счет включения в состав наряду с горохо- и вико-злаковыми смесями также и смесей с участием люпина узколистного детерминантного типа, в том числе и с пшеницей яровой мягкой.*

*На средне-окультуренной среднесуглинистой дерново-подзолистой почве, в достаточной степени (IV-V класс) обеспеченной фосфорно-калийным питанием, высокая урожайность ее сухой сенажной массы 8-12 т/га и зерна до 4,5 т/га с долей бобового компонента 38-62% и 48-73% создавалась в условиях нормального увлажнения или умеренной засушливости, с внесением до посева соответственно N<sub>50</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> и P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>. Доля фиксированного из атмосферы азота при этом составляла в среднем 34% и 51%, а питательность кормов соответствовала требованиям стандарта на 1-3 классы качества.*

**Ключевые слова:** дерново-подзолистая почва, Нечерноземная зона, люпин, смешанный посев, удобрение, продуктивность.

**Для цитирования:** Конончук В.В., Тимошенко С.М., Штырхунув В.Д., Назарова Т.О., Тулинова Е.А., Кирдин В.Ф., Щуклина О.А., Конорев П.М. Удобрение и продуктивность люпино-пшеничной смеси на сенаж и зерно при разных метеорологических условиях в Центральном Нечерноземье. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2024; 1(49):87-96. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-1-87-96

## FERTILIZER AND PRODUCTIVITY OF LUPIN-WHEAT MIXTURE FOR HAYLAGE AND GRAIN UNDER DIFFERENT METEOROLOGICAL CONDITIONS IN THE CENTRAL NON-CHERNOZEM REGION

**V.V. Kononchuk, S.M. Timoshenko, V.D. Shtyrkhunov, T.O. Nazarova,  
E.A. Tulinova, V.F. Kirdin, O.A. Shchukina\*, P.M. Konorev\***

FSBSI FEDERAL RESEARCH CENTER «NEMCHINOVKA»  
\* FSBIS N.V. TSITSIN MAIN BOTANICAL GARDEN OF THE RAS

**Abstract:** *In order to meet the increasing needs of livestock farming in the Central Non-Chernozem region in high-quality voluminous and concentrated feeds balanced in protein and energy, in a changing climate, it is recommended to expand the species diversity of annual agrophytocenoses by including in the composition, along with pea and vetch-cereal mixtures,*

*mixtures with the participation of narrow-leaved lupine determinant type, including soft spring wheat.*

*On medium-cultivated medium loamy sod-podzolic soil sufficiently (IV-V class) provided with phosphorus-potassium nutrition, high yields of its dry haylage weight of 8-12 t/ha and grain up to 4.5 t/ha with a share of the legume component of 38-62% and 48-73% were created in conditions of normal moisture or moderate aridity, with the introduction of up to The crops are respectively  $N_{50}P_{60}K_{60}$  and  $P_{60}K_{60}$ . The proportion of nitrogen fixed from the atmosphere averaged 34% and 51%, and the nutritional value of the feed met the requirements of the standard for 1-3 quality classes.*

**Keywords:** sod-podzolic soil, Non-Chernozem zone, lupin, mixed sowing, fertilizer, productivity.

### Введение

В настоящее время в полевом кормопроизводстве Центрального Нечерноземья зернобобовые культуры представлены главным образом чистыми и смешанными посевами гороха. По данным статистики в 2022 году площадь его посевов составляла 106 тыс. га. Соя на зерно занимала значительно большие площади (314 тыс. га). Из-за ее высокой маржинальности она выращивалась в основном на экспорт. При этом урожайность гороха составляла 26,5 ц/га, сои – только 11,3 ц/га [1, 2].

Известно [3-5], что наиболее высокая продуктивность гороха и его смесей с яровыми зерновыми культурами, выращиваемых на зеленую, сенажную массу и зерно, на региональном уровне обеспечивается при нормальном и высоком увлажнении. Недостаток влаги и повышенный температурный режим в течение вегетации заметно снижает их продуктивность. Поэтому для повышения урожайности и стабилизации на более высоком уровне производства высокобелковых и сбалансированных по протеину и энергии объемистых и концентрированных кормов на фоне глобальных климатических изменений требуется расширение биологического разнообразия полевых агрофитоценозов за счет увеличения площади посевов видов и сортов зернобобовых культур, приспособленных к недостаточному увлажнению. Такой культурой в Центральном Нечерноземье может стать люпин узколистный. Его площади посева вместе с яровой викой здесь составляют только 28,8 тыс. га при урожайности зерна около 19 ц/га. Современные сорта люпина узколистного детерминантного типа скороспелые (75-85 дней), с нерастрескивающимися бобами, за счет корневой системы стержневого типа способны доставать и эффективно использовать влагу из глубоких почвенных слоев, что позволяет ему успешно противостоять засушливым явлениям.

Распространение узколистного люпина в областях Центрального Нечерноземья сдерживается несколькими причинами: во-первых – низким спросом на высокобелковую продукцию вследствие медленного восстановления молочного стада, как основного ее потребителя, во-вторых – отсутствием промышленного элитного семеноводства, разрушенного в 90-е годы, и в-третьих – слабой проработкой элементов агротехнологии. В частности, до настоящего времени остается дискуссионным вопрос о необходимости использования «стартовых» доз азота удобрения для помощи растениям в формировании бобово-ризобиального симбиоза на ранних этапах его образования, особенно в условиях водного, температурного или пестицидного стресса [6-8].

**Цель исследования** – выявление эффективности доз и сочетания минеральных удобрений при выращивании люпино-пшеничной смеси на сенаж и зерно на дерново-подзолистой почве Центральной Нечерноземной зоны России в разных метеорологических условиях вегетационного периода.

### Материалы и методы исследований

Исследования проводили в 2017-2020 и 2023 годах на опытном поле ФИЦ «Немчиновка» в серии краткосрочных полевых опытов. Оценка питательности получаемой кормовой продукции проводилась специалистами ФГБУН Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН.

Почва – дерново-подзолистая среднесуглинистая, с глубины 60-80 см подстилаемая суглинистой мореной. После уборки предшественника (яровые зерновые) в пахотном (0-20 см) слое содержалось подвижного фосфора и калия 150-300 мг/кг и 130-220 мг/кг соответственно P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O, величины рН<sub>KCl</sub> в разные годы варьировали от 6,5-6,7 до 4,7-5,6, постепенно снижаясь от начала к концу исследований. Уровень гидролитической кислотности не превышал 3,0 мг-экв/100 г и не лимитировал величину урожайности. Содержание гумуса варьировало в диапазоне, характерном для среднекультуренных почв – от 1,5-1,7% до 1,8-2,1% (табл. 1).

Таблица 1

**Агрохимическая характеристика почвы. Слой 0-20 см**

Год	Показатели				
	рН <sub>KCl</sub>	Нг, мг-экв/100 г	Гумус, %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
				(по Кирсанову мг/кг)	
2017	6,5-6,7	0,72-1,35	1,5-1,7	200-220	155-200
2018	5,7-6,7	1,40-1,90	1,6-1,8	165-240	140-180
2019	5,3-6,7	0,94-2,62	1,5-1,7	160-300	130-220
2020	5,3-5,8	2,50-2,70	1,8-2,1	190-220	130-180
2023	4,7-5,6	1,51-2,87	1,6-2,0	150-240	120-180

По метеорологическим условиям вегетационного периода (01.05-20.07 при выращивании на сенаж, 01.05-20.08 – при выращивании на зерно) годы исследований имели заметные отличия от средних многолетних. Судя по величине гидротермического коэффициента по Селянинову (ГТК) в первом случае два года из пяти (2017 г. и 2020 г.) выделялись избыточным увлажнением, два года (2018 г. и 2023 г.) были близки к среднему многолетнему показателю и один год (2019 г.) характеризовался умеренной засухливостью. Во втором случае (2018-2020, 2023 годы) два из них выделялись в разной степени выраженной засухливостью (ГТК 0,99-1,19, 2019 и 2018 гг.), один год (2023) – увлажнением, близким к норме (ГТК 1,39) и один (2020) – избыточным увлажнением (ГТК 2,24) (табл. 2).

Таблица 2

**Гидротермический коэффициент периода активной вегетации люпино-пшеничной смеси**

Год	Месяцы, декады										01.05-20.07	01.05-20.08	
	май			июнь			июль			август			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1			2
2017	3,57	0,88	0,39	1,55	2,73	4,86	5,71	1,06	0,56	1,04	0,49	2,61	-
2018	0,31	1,69	0	1,59	0,24	0,96	2,66	2,68	0,32	0,08	1,00	1,46	1,19
2019	2,77	0,24	0,47	0,04	0,79	2,71	0,42	1,87	0,32	1,88	0,60	1,05	0,99
2020	0,76	8,26	9,34	3,63	2,24	0,91	3,57	2,68	1,87	0,43	0,45	2,81	2,24
2023	0,82	0,23	1,33	1,40	0,11	2,77	0,40	2,02	3,81	0	0,71	1,25	1,39
Среднее многолетнее	1,32	1,44	1,39	1,41	1,38	1,69	1,67	1,49	1,57	1,51	1,64	1,47	1,48

При этом в течение всех лет исследований в начале, середине и конце вегетации наблюдалось чередование сухих и жарких периодов с периодами высокого или избыточного увлажнения с пониженным температурным режимом, что оказывало негативное влияние на урожайность сухой сенажной массы и зерна, показатели качества.

Согласно схеме комплексного полевого опыта люпино-пшеничная смесь возделывалась в группе смешанных посевов параллельно с люпино-ячменной и люпино-овсяной. Присутствовали также варианты одновидовых посевов люпина и указанных видов яровых зерновых культур. Все посева возделывали на двух вариантах удобрений: P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> и N<sub>50</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> (фактор А). Люпин в чистом посеве и в смесях высевали тремя нормами посева – 1,4, 1,6. и 1,8 млн/га (фактор В), яровую пшеницу – 6,0 млн/га и 3,0 млн/га соответственно.

В ранее опубликованных работах [9,10] было показано, что из представленных на изучение норм посева люпина в чистом и смешанном посева наиболее высокие величины

продуктивности обеспечивались при норме 1,6 млн/га. Поэтому в данном обобщении представлены результаты именно по этой норме высева. Повторность четырехкратная. Общая площадь делянки 64 м<sup>2</sup>. Из удобрений в разные годы применяли аммиачную селитру (34,4%), аммофос (8:52), и бесхлорное калийное удобрение (56%), а также сложное минеральное удобрение ООО «ФОСАГРО» РК(S) 20:20 (2). Для посева использовали сорта люпина узколистного детерминантного типа Немчиновской селекции Ладный (2017 – 2020 гг.) и Деко 2 (2023 г.) репродукции суперэлиты, яровой пшеницы – Лиза (2017 г.), Злата (2018 – 2019, 2023), Агата (2020 г.) ПР- 2. Посев проводили в лучшие агротехнические сроки (25 апреля – 7 мая) сеялкой Amazone D9. Глубина заделки семян 4 см. Способ основной обработки почвы – культурная вспашка на 20-22 см.

Внесенные перед посевом азотные удобрения заделывали комплексным агрегатом типа РВК. При сплошном поделяночном учете урожайности сенажной массы и зерна использовали соответственно миникосилку роторного типа, агрегируемую с трактором КМЗ и селекционный комбайн Wintersteiger.

Закладку полевого опыта, наблюдения и учеты в процессе вегетации проводили в соответствии с методическими рекомендациями, изложенными в руководствах «Опытное дело в полеводстве» (Никитенко, 1982), «Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» (Федин, 1985), «Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований» (Доспехов, 1985). Агрохимические анализы почвы и растений выполняли в сертифицированной лаборатории массовых анализов института с использованием методов и ГОСТов, принятых в Агротехслужбе. Концентрацию обменной энергии в сухой сенажной массе и в зерносмеси рассчитывали по формулам, приведенным в руководстве [11], азотфиксирующую способность в смешанном посеве – по методу сравнения [12], концентрацию сырого протеина в конечном урожае – умножением содержания общего азота (%) в компонентах на 6,25.

Защитные мероприятия в смешанном люпино-пшеничном посеве в разные годы включали протравливание семян люпина (ТМТД, ВСК + Табу, ВСК или Фундазол, СП, Оплот Трио, ВСК + Табу, ВСК, Синклер, СК + Табу, ВСК), яровой пшеницы (Максим Экстрим, КС или Оплот Трио ВСК + Табу, ВСК). В день посева семена люпина обрабатывали ризоторфином, содержащим активный штамм N<sub>2</sub> – фиксирующих бактерий производства ВНИИСХМ (г. Пушкин Ленинградской обл.). Защита растений от болезней и вредителей по вегетации осуществлялась опрыскиванием баковой смесью фунгицида и инсектицида в фазе 2-3 пар настоящих листьев люпина (начало трубкования пшеницы) и перед цветением люпина (колошение пшеницы). Из фунгицидов использовали Спирит, КС, Ракурс, СК, из инсектицидов – применяли Данадим, КС или Борей Нео, СК.

Для повышения сопротивляемости растений стрессовым факторам (погода, пестициды) и в целях стимуляции ростовых процессов при проведении защитных мероприятий в том числе и при протравливании семян в баковые смеси пестицидов добавляли биостимуляторы с микроэлементами (Мо, Зп, В) в хелатной форме на основе гуматов торфа или бурого угля (2017-2020 гг.), а в 2023 году – на основе переработанных отходов мясного производства, содержащих продукты распада белка – пептиды, аминокислоты и микроэлементы [13].

### **Результаты исследований и их обсуждение**

Продуктивность сенажной массы люпино-пшеничной смеси оценивали по показателям сбора сухого вещества, накопления сырого и перевариваемого протеина, обменной энергии и кормовых единиц.

Установлено, что при среднем за пять лет гидротермическом коэффициенте за период от посева до укоса в фазе «зеленый боб» 2,28 (избыточное увлажнение) и коэффициенте N<sub>2</sub>-фиксации 0,27, урожайность сухой массы составила 8,36 т/га, в которой содержалось 40% люпина. В ней накапливалось в среднем 1,00 т/га сырого, 0,64 т/га переваримого протеина, 74,4 ГДж/га обменной энергии и 5,39 тыс. кормовых единиц при обеспеченности 1 кг сухой массы сырым протеином и энергией соответственно 120 г и 8,90 МДж, что позволяет отнести полученный продукт к 3 классу качества по принятым нормативам [11].

Наиболее высокая продуктивность люпино-пшеничной смеси на сенаж наблюдалась в годы с нормальным уровнем увлажнения при Кф 0,48 (ГТК 1,46-1,25, 2018 и 2023 гг.). Урожайность сухой массы в среднем по вариантам удобрения составляла 10,31 т/га (9,48-11,14 т/га) с содержанием бобового компонента 48%, сбор сырого протеина – 1,26 т/га (1,12-1,48 т/га), накопление обменной энергии – 92,7 ГДж/га (78,7-112,6 ГДж/га), а обеспеченность сырым протеином и энергией 1 кг корма – 122 г и 8,99 МДж (3-й класс качества).

Ухудшение гидротермических условий (засуха или избыточное увлажнение) снижало величину Кф в среднем до 0,31 и до 0,04, а рассматриваемых показателей на 11-46% с наибольшей выраженностью процесса (-30-46%) – при переувлажнении. В тоже время, наиболее высокое накопление переваримого протеина урожаем сухой массы – 0,90 т/га наблюдалось в засушливых условиях, уменьшаясь до 0,79 т/га (-12%) и до 0,36 т/га (-60%) соответственно при нормальном и избыточном увлажнении. Отмеченная тенденция обусловлена заметным снижением доли бобового компонента в урожае с 60% до 48% и до 23% соответственно по указанным условиям увлажнения (табл. 3).

Таблица 3

**Продуктивность люпино-пшеничной смеси на сенаж в зависимости от удобрений при разных погодных условиях первой половины вегетации. 2017-2020, 2023 гг.**

Показатели		Дозы и сочетание удобрений, мг/кг	2017	2018	2019	2020	2023
			Гидротермический коэффициент (01.05-20.07)				
			2,61	1,46	1,05	2,81	1,25
Урожайность сухой массы, т/га		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	6,00	8,62	5,43	6,14	9,18
		N <sub>50</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	9,97	10,33	8,18	6,62	13,11
НСП <sub>05</sub>			0,82	0,85	0,52	1,02	1,80
Соотношение компонентов, б/з, %		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	<u>16</u> 84	<u>54</u> 46	<u>58</u> 42	<u>44</u> 56	<u>56</u> 44
		N <sub>50</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	<u>2</u> 98	<u>43</u> 57	<u>62</u> 38	<u>30</u> 70	<u>38</u> 62
Коэффициент N <sub>2</sub> – фиксации		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	0	0,42	0,43	0,10	0,67
		N <sub>50</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	0	0,36	0,19	0,07	0,47
Накопление протеина, т/га	сырого	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	0,71	1,13	0,84	0,64	1,12
		N <sub>50</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	0,78	1,48	1,39	0,61	1,33
	переваримого	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	0,44	0,73	0,58	0,36	0,70
		N <sub>50</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	0,34	1,00	1,22	0,31	0,74
Накопление обменной энергии, ГДж/га		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	49,8	78,7	51,9	55,3	82,8
		N <sub>50</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	79,1	96,7	80,7	56,6	112,6
Выход кормовых единиц, тыс.		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3,35	5,82	4,02	4,04	6,05
		N <sub>50</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	5,08	7,33	6,45	3,92	7,84
Обеспеченность 1 кг сухой массы	протеином, г*	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	<u>118</u> 73	<u>131</u> 85	<u>155</u> 107	<u>104</u> 59	<u>122</u> 76
		N <sub>50</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	<u>78</u> 34	<u>143</u> 97	<u>170</u> 149	<u>92</u> 47	<u>101</u> 56
	обменной энергией, МДж	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	8,3	9,1	9,6	9,0	9,0
		N <sub>50</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	7,9	9,4	9,9	8,6	9,6

\*Примечание: в числителе – сырой протеин, в знаменателе – переваримый протеин, тоже и в таблице 4.

При преобладании почвенного азота и азота удобрений в обеспечении растений этим элементом внесение перед посевом 50 кг/га N на фоне РК независимо от условий увлажнения способствовало росту урожайности сухой массы в среднем с 7,07 т/га до 9,64 т/га (+36%).

Размеры сбора сырого и переваримого протеина под влиянием этого фактора увеличивались соответственно с 0,89 т/га и 0,56 т/га (P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>) до 1,12 т/га и 0,72 т/га или на 26% и 29%, накопления обменной энергии – на 34% (с 63,7 ГДж/га до 85,1 ГДж/га), кормовых единиц – на 31% (с 4,66 тыс. до 6,12 тыс.). Положительное влияние азота удобрений было обусловлено главным образом повышением содержания общего азота в

биомассе в среднем с 1,27% до 1,60% или на 26 относительных процента, а также ростом доли злакового компонента в конечном урожае с 54% до 65% (+11%) (табл. 3).

Наиболее выражено положительный эффект от азотного удобрения проявлялся в условиях умеренной засушливости (ГТК 1,05) когда урожайность сухой массы возросла на 50%, выход кормовых единиц – на 60 %, накопление сырого и переваримого протеина – на 66% и 110% соответственно, обменной энергии – на 56%, а величины соответствующих показателей в варианте N<sub>50</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> составляли 8,18 т/га, 6,45 тыс., 1,39 т/га и 1,22 т/га, 80,7 ГДж/га при соотношении бобового и злакового компонента (%) 62:38.

Переувлажнение (ГТК 2,61-2,81) снижало эффективность предпосевного внесения азота в среднем до +3-37% в зависимости от показателя. В этих условиях размеры накопления переваримого протеина в варианте полного минерального удобрения уменьшалось на 20% или с 0,40 т/га до 0,32 т/га при величинах остальных показателей продуктивности, равных 8,30 т/га, 4,50 тыс., 0,70 т/га, 0,32 т/га, 67,8 ГДж/га соответственно (табл. 3). Отмеченная тенденция связана с замедлением метаболизма и ростовых процессов у растений, длительное время находящихся в условиях кислородного голодания, что проявлялось в уменьшении доли бобового компонента травосмеси с 62% (ГТК 1,05) до 16% (ГТК 2,71, 2017 – 2020 гг.), а также в полном переходе люпина в смеси на автотрофный тип питания азотом (Кф 0,04). При доминировании злакового компонента в конечном урожае наблюдалось заметное снижение сбора сырого и переваримого протеина в сравнении с аналогичными величинами в условиях умеренной засушливости, где преобладал люпин, несмотря на рост содержания общего азота в биомассе в среднем с 1,35% до 1,79% (+33%).

Величины эффективности азота удобрений (%) в условиях нормального увлажнения (ГТК 1,46-1,25) занимали промежуточное положение (+21-32%) в зависимости от показателя при урожайности сухой массы 11,72 т/га, сборе кормовых единиц 7,58 тыс., накоплении сырого и переваримого протеина 1,40 т/га и 0,87 т/га, обменной энергии – 104,6 ГДж/га (табл. 3).

Таким образом, максимальная продуктивность сенажной массы люпино-пшеничной смеси на достаточно обеспеченной фосфором и калием дерново-подзолистой почве средней окультуренности создавалась в условиях нормального увлажнения или умеренной засушливости (ГТК 1,05-1,46) при выращивании ее после зернового предшественника по фону полного минерального удобрения в дозах не более N<sub>50</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> при обязательном использовании биостимуляторов с антистрессовым эффектом при протравливании семян и не менее двух раз – по вегетации. Урожайность сухой массы, выход кормовых единиц, накопление сырого и переваримого протеина, обменной энергии при этом характеризовались следующими величинами: 8,18-11,72 т/га, 6,45-7,58 тыс., 1,39-1,40 т/га, 0,87-1,22 т/га, 80,7-104,6 ГДж/га, а доля люпина в надземной массе составляла 38-62%.

В условиях избыточного увлажнения величины урожайности и продуктивности уменьшались на 24-60% в зависимости от показателя. В большей степени снижался выход переваримого протеина вследствие существенного повышения доли злакового компонента в конечном урожае (с 52% до 84%).

Если почва поля, предназначенного для посева люпино-пшеничной смеси, характеризуется меньшей обеспеченностью подвижным фосфором и калием, необходимо внесение фосфорных и калийных удобрений, дозы которых рассчитывают с учетом затрат P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O – удобрений на сдвиг содержания их в почве на единицу (10 мг/кг), равных соответственно 80 кг/га и 70 кг/га [14].

Среднегодовая за 2018-2020, 2023 гг. урожайность зерна изучаемой смеси находилась на уровне 3,58 т/га с благоприятным соотношением компонентов (бобовый : злаковый, %) 48:52. Величина сбора кормовых единиц, сырого и переваримого протеина, обменной энергии составляли, в среднем, по вариантам удобрения 4,53 тыс., 0,77 т/га, 0,62 т/га и 45,1 ГДж/га или 1,26 тыс., 215 г, 173 г и 12,6 МДж/кг зерносмеси и удовлетворяли нормативным требованиям питательности энерго-протеиновых концентратов (табл. 4).

Наибольшую продуктивность, равную соответственно 4,54 т/га, 5,70 тыс., 0,93 т/га, 0,74 т/га и 57,6 ГДж/га смесь создавала в условиях нормального увлажнения (2023 г., ГТК 1,39).

Ухудшение метеорологических условий в сторону переувлажнения (ГТК 2,24, 2020г.) или засушливости (ГТК 1,09, 2018-2019 гг.) снижало величины продуктивности на 15-19% и на 24-35 % в зависимости от показателя соответственно по условиям увлажнения. В первом случае это было связано с заметным расширением соотношения компонентов в конечном урожае с 55:45 до 37:63 в пользу яровой пшеницы во втором – с уменьшением массы 1000 семян бобового и злакового компонентов в среднем от 140 г и 47 г до 120 г и 36 г (-14% и -23%).

Таблица 4

**Продуктивность люпино-пшеничной смеси на зерно в зависимости от удобрений при разных погодных условиях вегетационного периода, 2018-2020, 2023 гг.**

Показатели		Дозы и сочетание удобрений, мг/кг	2018	2019	2020	2023	
			Гидротермический коэффициент (01.05-20.08)				
			1,19	0,99	2,24	1,39	
Урожайность сухой массы, т/га		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3,13	2,93	3,21	4,40	
		N <sub>50</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3,00	2,74	4,50	4,68	
НСР <sub>05</sub>			0,26	0,19	0,44	0,27	
Соотношение компонентов, б/з, %		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	60	48	58	73	
			40	52	42	27	
		N <sub>50</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	52	37	16	37	
			48	63	84	63	
Накопление протеина, т/га	сырого	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	0,78	0,66	0,84	1,09	
		N <sub>50</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	0,74	0,62	0,68	0,77	
	переваримого	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	0,62	0,53	0,67	0,87	
		N <sub>50</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	0,59	0,50	0,54	0,62	
Накопление обменной энергии, ГДж/га		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	40,2	37,6	40,5	57,0	
		N <sub>50</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	38,7	35,2	53,8	58,1	
Выход кормовых единиц, тыс.		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	4,07	3,76	4,20	5,71	
		N <sub>50</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3,89	3,52	5,38	5,69	
Обеспеченность 1 кг сухой массы		протеином, г*	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	249	225	262	248
			198	181	209	198	
		обменной энергией, МДж	N <sub>50</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	247	226	151	164
			197	182	120	132	
		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	12,8	12,8	12,6	13,0	
		N <sub>50</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	12,9	12,8	12,0	12,4	

Предпосевное внесение 50 кг/га N способствовало небольшому росту урожайности зерна, накопления в ней кормовых единиц и обменной энергии в среднем за 4 года с 3,42 т/га, 4,44 тыс., 43,8 ГДж/га до 3,73 т/га, 4,62 тыс. и 46,4 ГДж/га или на 9%, 4% и 6% соответственно за счет увеличения доли злакового компонента в конечном урожае с 40% до 64%. По этой же причине наблюдалось снижение накопления в нем сырого и переваримого протеина с 0,84 т/га и 0,67 т/га (P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>) до 0,70 т/га и до 0,56 т/га (-17% и -16%) (табл. 4).

В годы исследования наблюдалась дифференциация степени влияния азотного удобрения на показатели продуктивности в зависимости от погодного фактора. В нормальных условиях увлажнения, при достигнутом в опыте максимальном уровне урожайности и других показателей продуктивности, внесение 50 кг/га N перед посевом обеспечивало лишь тенденцию к росту урожайности (+6%) и накопления обменной энергии (+2 %) к фону РК или от 4,40 т/га и 57,0 ГДж/га до 4,68 т/га и 58,1 ГДж/га. Накопление кормовых единиц не изменялось (5,71 и 5,69 тыс.), а величины сбора сырого и переваримого протеина уменьшались практически на треть (-29%) или с 1,09 т/га и 0,87 т/га до 0,77 т/га и до 0,62 т/га, что было связано существенным (на 36%) ростом доли зерна яровой пшеницы в конечном урожае (с 27% до 63%) (табл. 4).

Наиболее значимый положительный эффект от применения азота по влиянию на урожайность зерна (+40%), накопление кормовых единиц (+28%), обменной энергии (+44%) проявлялся в условиях переувлажнения, а величины рассматриваемых показателей достигали 4,50 т/га, 5,38 тыс. и 58,3 ГДж/га. В тоже время, как и в предыдущем случае,

отмечалось снижение накопления сырого и переваримого протеина с 0,84 т/га и 0,67 т/га (P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>) до 0,68 т/га и до 0,54 т/га (-19%) вследствие еще большего роста доли злакового компонента в урожае до 84%.

В засушливых условиях, при минимальных значениях продуктивности, предпосевное внесение азота способствовало уменьшению в сравнении с фосфорно-калийным фоном величин урожайности и других показателей на 5-7% по причине повышения доли пшеницы в урожае с 46% до 56%. При этом урожайность зерна в варианте N<sub>50</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> в среднем составляла 2,87 т/га, сбор кормовых единиц – 3,70 тыс., сырого и переваримого протеина 0,68 т/га и 0,54 т/га, а накопление обменной энергии 37,0 ГДж/га (табл. 4).

Следовательно, принимая во внимание установленные исследованиями особенности влияния погоды и изучаемых систем удобрения на урожайность зерна, величины продуктивности, и в первую очередь – на накопление протеина и энергии оптимальным следует считать сочетание P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> обеспечившее при нормальном увлажнении получение около 4,5 т/га зерна, накопление более 5,5 тыс. кормовых единиц, до 1,1 т/га сырого и до 0,9 т/га переваримого протеина, около 60 ГДж/га обменной энергии. В условиях дефицита или избытка влаги в течение вегетационного периода вполне вероятно снижение величин рассматриваемых показателей в среднем на 30% от достигнутых в опыте максимальных значений.

### Заключение

Продуктивность люпино-пшеничной смеси, выращиваемой на сенаж и зерно на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве Центрального Нечерноземья средней окультуренности, но с достаточной (IV-V класс) обеспеченностью пахотного (0-20 см) слоя подвижным фосфором и калием находилась в соответствии с азотфиксацией в смешанном посеве.

Наиболее высокие величины коэффициента N<sub>2</sub> – фиксации (Кф) отмечались в годы с нормальным уровнем увлажнения (ГТК 1,39-1,46) и в зависимости от вариантов удобрения изменялись в диапазоне 0,36-0,67, а в среднем составляли 0,48.

При этом урожайность сухой сенажной массы, зерна и основные показатели продуктивности находились на максимальном или близком к нему уровне (94-100%).

Ухудшение условий влагообеспеченности в сторону проявления засушливости или переувлажнения снижало способность смеси к фиксации атмосферного азота по величине Кф в среднем до 0,31 или сводила ее практически к нулю (Кф 0,04), а продуктивность уменьшалась в среднем на треть.

Азот удобрений, независимо от условий увлажнения, оказывал отрицательное влияние на азотфиксацию, наиболее выраженное при избытке влаги или в засушливых условиях (Кф 0,04 и 0,19 при 0,42 по норме), а люпин переходил на автотрофный тип питания этим элементом. Тем не менее внесение азотного удобрения повышало урожайность сухой массы в сравнении с фоном РК на 32-51%, накопление обменной энергии – на 29-56%, сбор сырого протеина на 3-66% при наибольшей эффективности (+25-66%) в нормальных условиях увлажнения и при засухе.

В тоже время, близкие к максимальным значения урожайности зерна накопления в нем протеина и энергии в годы исследований создавались без использования азота в системе удобрения и составляли соответственно 3,03-4,40 т/га, 0,72-1,09 т/га (сырой протеин), 0,58-0,87 (переваримый протеин), 38,9-57,0 ГДж/га, а выход кормовых единиц варьировал в пределах 3,92-5,71 тыс.

Урожайность сухой сенажной массы при оптимальном удобрении (N<sub>50</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>) в зависимости от метеорологических условий варьировала в среднем от 8,18 до 11,72 т/га, сбор кормовых единиц, сырого протеина и обменной энергии – от 4,50 тыс., 0,70 т/га., 67,8 ГДж/га до 7,58 тыс., 1,40 т/га, 104,6 ГДж/га. Накопление переваримого протеина в урожае наибольших величин 0,87-1,22 т/га достигало в нормальных или засушливых условиях.

Питательность как сенажной массы, так и зерносмеси на оптимальных по продуктивности вариантах систем удобрения в течение всего периода исследований соответствовала требованиям стандарта и находилась в пределах 1-3 классов качества.

### Литература

1. Посевные площади Российской Федерации в 2022 году // Федеральная служба Государственной статистики (РОССТАТ). Главный Межрегиональный Центр. – М.: – 2023. ([https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/posev\\_2022.xlsx](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/posev_2022.xlsx)).
2. Валовые сборы и урожайность сельскохозяйственных культур по Российской Федерации в 2022 году // Федеральная служба Государственной статистики (РОССТАТ). Главный Межрегиональный Центр. М.: 2023. ([https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Val1\\_2022.xlsx](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Val1_2022.xlsx))
3. Баринов Н.В. Оптимизация производственного потенциала пашни за счет смешанных посевов // Экологически устойчивое земледелие: состояние, проблемы, пути решения: Сб. науч. трудов Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием / ВНИИОЦ - филиал ФГБНУ «Верхневолжский» ФАНЦ», 22-24 июля 2018 г. – Иваново: ПрессСто, – 2018. – С. 47-51.
4. Мазуров В.Н., Лукашов В.Н., Исаков А.Н. Использование зернобобовых культур и бобово-злаковых смесей на корм скоту в условиях Калужской области // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2013. – № 2 (6). – С. 123-125.
5. Воронов С.И., Конончук В.В., Тимошенко С.М., Штырхунов В.Д., Назарова Т.О. Сравнительная продуктивность зернобобовых культур в одновидовых и смешанных посевах на дерново-подзолистых почвах Центрального Нечерноземья // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: Сб. науч. трудов, выпуск 28 (76). Материалы Международного конгресса по кормам, посвященного 100-летию ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» (Москва, 21-24 июня 2022 г.) В двух частях. Часть 1. ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса». – Москва: ФГБНУ ДПО РАКО АПК. – 2022. – С. 60-69.
6. Милащенко Н.З. (ред.) Удобрение основных сельскохозяйственных культур. – В кн.: Расширенное воспроизводство плодородия почв в интенсивном земледелии Нечерноземья. – МПК «Южный Урал». Оренбург. – 1993. – С. 492-591.
7. Коломейченко В.В., Яковлев Н.А. Особенности продукционного процесса люпина при внесении минеральных и органических удобрений // Тез. докл. международной науч.-практ. конф. «Научное обеспечение люпиносеяния в России». Брянск. Всероссийский НИИ люпина. – 2005. – С. 131-133.
8. Безгодова И.Л., Коновалова Н.Ю., Прядильщикова Е.Н., Благовещенская Г.Г., Завалин А.А. Урожайность и качество зерна одновидового и смешанных посевов гороха при внесении минеральных удобрений // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т.30. - №7. – С. 75-79.
9. Конончук В.В., Тимошенко С.М., Назарова Т.О., Штырхунов В.Д., Никиточкин Д.Н., Шуркин А.Ю., Колотилина З.М. Зерновая продуктивность и азотфиксирующая способность люпина узколистного в зависимости от норм высева, удобрений и применения гербицидов при разных погодных условиях в Центре Нечерноземной зоны России // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – № 2 (38). – С. 104-114. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-2-104-114.
10. Конончук В.В., Благовещенский Г.В., Штырхунов В.Д., Тимошенко С.М., Назарова Т.О. Влияние удобрений на урожайность и качество продукции люпина узколистного в чистом и смешанном посеве при разных нормах высева в Центре Нечерноземной зоны России // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 1 (33). – С. 63-71. DOI: 10.24412/2309-348X-2020-1-63-71.
11. Сычев В.Г., Лепешкин В.В. Методические указания по оценке качества и питательности новых видов кормов. – М.: ВНИИА. – 2009. – 64 с.
12. Трепачев Е.П. Методы исследования азотфиксирующей способности бобовых культур. – В кн.: Агрехимические аспекты биологического азота в современном земледелии. – Агроконсалт. – 1990. – 126 с.
13. ООО «Лебозол Восток» Информация о продуктах // <https://www.lebosol.de/ru>.
14. Ефремов В.В., Губанкова И.А. Основные направления химизации земледелия с учетом баланса питательных веществ и плодородия почв. // Параметры плодородия основных типов

### References

1. Cultivated areas of the Russian Federation in 2022 // Federal State Statistics Service (ROSSTAT). Main Interregional Center. Moscow, 2023. ([https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/posev\\_2022.xlsx](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/posev_2022.xlsx)).
2. Gross yields and yields of agricultural crops in the Russian Federation in 2022 // Federal Service of State Statistics (ROSSTAT). Main Interregional Center. MOSCOW, 2023. ([https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Vall\\_2022.xlsx](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Vall_2022.xlsx)).
3. Barinov N.V. Optimization of the production potential of arable land through mixed crops // Environmentally sustainable agriculture: status, problems, and solutions: Scientific works of All-Russia scientific-practical Conf. With international participation / VNIIOST-branch of the Federal State Budgetary Institution "Verkhnevolzhsky" FANC", July 22-24, 2018. – Ivanovo: PressSto, 2018.- Pp. 47-51.
4. Mazurov V.N., Lukashov V.N., Isakov A.N. The use of leguminous crops and legume-cereal mixtures for livestock feed in the Kaluga region // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2013. - no. 2 (6). - Pp. 123-125.
5. Voronov S.I., Kononchuk V.V., Timoshenko S.M., Shtyrkhunov V.D., Nazarova T.O. Comparative productivity of leguminous crops in single-species and mixed crops on sod-podzolic soils of the Central Non-Black Earth Region // Multifunctional adaptive feed production: Collection: Scientific Proceedings, issue 28 (76). Materials of the International Congress on Feed dedicated to the 100th anniversary of the Federal Scientific Center "VIK named after. V.R. Williams" (Moscow, June 21-24, 2022) In two parts. Part 1 / FSC "VIK im. V.R. Williams." – Moscow: FGBNU DPO RAKO APK. 2022. – Pp. 60-69.
6. Milashchenko N.Z. (ed.) Fertilization of major crops. – In the book: Expanded reproduction of soil fertility in intensive agriculture of the Non-Black Earth Region. - MPK "South Ural". Orenburg. – 1993. – Pp. 492-591.
7. Kolomeichenko V.V., Yakovlev N.A. Features of the lupine production process when applying mineral and organic fertilizers // Abstracts. report International scientific and practical conf. "Scientific support of lupine sowing in Russia" Bryansk. All-Russian Research Institute of Lupine. - 2005. – Pp. 131-133.
8. Bezgodova I.L., Konovalova N.Yu., Pryadilshchikova E.N., Blagoveshchenskaya G.G., Zavalin A.A. Productivity and grain quality of single-species and mixed pea crops when applying mineral fertilizers // *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. – 2016. – 30. - no. 7. - Pp. 75-79. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-2-104-114.
9. Kononchuk V.V., Timoshenko S.M., Nazarova T.O., Shtyrkhunov V.D., Nikitochkin D.N., Shurkin A.Yu., Kolotilina Z.M. Grain productivity and nitrogen-fixing ability of angustifolia lupine depending on seeding rates, fertilizers and herbicide use under different weather conditions in the Center of the Non-Black Earth Zone of Russia // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. – 2021. - no. 2 (38). - Pp. 104-114. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-2-104-114
10. Kononchuk V.V., Blagoveshchensky G.V., Shtyrkhunov V.D., Timoshenko S.M., Nazarova T.O. The influence of fertilizers on the yield and quality of angustifolia lupine products in pure and mixed sowing at different seeding rates in the Center of the Non-Chernozem Zone of Russia // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. – 2020. - no. 1 (33). - Pp. 63-71. DOI: 10.24412/2309-348X-2020-1-63-71.
11. Sychev V.G., Lepeshkin V.V. Guidelines for assessing the quality and nutritional value of new types of feed. Moscow, VNIIA. – 2009. – 64 p.
12. Trepachev E.P. Methods for studying the nitrogen-fixing ability of legumes. – In the book: Agrochemical aspects of biological nitrogen in modern agriculture. Moscow, Agroconsult. – 1990. – 126 p.
13. Lebosol Vostok LLC Information about products // <https://www.lebosol.de/ru>.
14. Efremov V.V., Gubankova I.A. The main directions of chemicalization of agriculture, taking into account the balance of nutrients and soil fertility. // Fertility parameters of the main types of soils / Scientific works ed. acad. VASKHNIL A.N. Kashtanov. – Moscow, Agropromizdat. – 1988. - Pp. 201-214.

УДК 631.51:633.853.78

## ПРОДУКТИВНОСТЬ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗЕРНОПАРОВОГО СЕВООБОРОТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АГРОТЕХНОЛОГИЙ

**В.А. ВОРОНЦОВ**, кандидат сельскохозяйственных наук,  
ORCID.org/0000-0001-8549-1301, E-mail: vik100347@gmail.com

**Ю.П. СКОРОЧКИН**, кандидат сельскохозяйственных наук,  
ORCID.org/0000-0002-1717-5638, E-mail: yskorochkin@mail.ru

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

*Цель исследований – изучение влияния способов основной обработки почвы и вариантов средств химизации на продуктивность и экономическую эффективность зернопарового севооборота. Работа выполнена в условиях северо-востока Центрального Черноземья на чернозёме типичном мощном тяжёлосуглинистом с содержанием гумуса 6,8...7,0%. В многолетнем стационарном полевом опыте Тамбовского НИИСХ оценено влияние способов основной обработки почвы (традиционная отвальная разноглубинная – контроль, бесменная поверхностная – дискование на 10-12 см, бесменная безотвальная разноглубинная, комбинированные: отвально-безотвальная и отвально-поверхностная, а также различные варианты химизации  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ,  $N_{30}P_{30}K_{30}$ ,  $N_{10}P_0K_0$  кг д. в. удобрений на 1 га севооборотной площади. Защита растений культур севооборота включала два варианта: 1 – протравливание семян, 2 – протравливание семян + пестициды (гербициды, фунгициды и инсектициды) по вегетации культур. Выявлено, что способы основной обработки существенно не влияли на продуктивность севооборота – различия между вариантами не превышали 0,09 т/га зерновых единиц и находились в пределах ошибки опыта. Установлено, что наибольший выход зерновых единиц, независимо от фона обработки, обеспечивало комплексное применение средств защиты растений и удобрений в дозе  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . Использование такого приёма повышало продуктивность севооборота, в среднем по вариантам обработки почвы, на 0,35 тыс. т/га зерновых единиц по отношению к  $N_{10}P_0K_0$ . На фоне внесения удобрений в дозе  $N_{30}P_{30}K_{30}$  выход зерновых единиц повышался на 0,15 тыс. т/га. При повышении уровня удобренности до  $N_{60}P_{60}K_{60}$  относительно  $N_{10}P_0K_0$  затраты возрастали в 1,4 раза и в результате окупаемость затрат снижалась по вариантам опыта на 23,3-29,4%.*

**Ключевые слова:** способ обработки почвы, удобрения, средства защиты растений, севооборот, продуктивность, экономическая эффективность.

**Для цитирования:** Воронцов В.А., Скорочкин Ю.П. Продуктивность и экономическая эффективность зернопарового севооборота в зависимости от агротехнологий. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2024; 1(49):97-104. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-1-97-104

## PRODUCTIVITY AND ECONOMIC EFFICIENCY OF GRAIN AND FALLOW CROP ROTATION DEPENDING ON AGROTECHNOLOGIES

**V.A. Vorontsov, Yu.P. Skorochkin**

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

**Abstract:** *The purpose of research is to study the influence of methods of basic tillage and variants of chemicalization means on productivity and economic efficiency of grain and fallow crop rotation. The work was carried out in the conditions of the north-east of the Central Chernozem*

*region on heavy loamy typical chernozem with humus content of 6.8...7.0%. In the long-term stationary field experiment of Tambov NIISKh the influence of methods of basic tillage (traditional mouldboard multi-depth tillage - control, shiftless surface tillage - discing at 10-12 cm, shiftless no-till multi-depth tillage, combined: mouldboard-no-tillage and mouldboard-surface tillage, as well as different variants of chemicalization  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ,  $N_{30}P_{30}K_{30}$ ,  $N_{10}P_0K_0$  kg of active ingredient fertilizers per 1 ha of crop rotation area was evaluated. Plant protection of rotation crops included two variants: 1 - seed dressing, 2 - seed dressing + pesticides (herbicides, fungicides and insecticides) during crop vegetation. It was revealed that the methods of basic tillage did not significantly affect the productivity of crop rotation - the differences between the variants did not exceed 0.09 t/ha of grain units and were within the limits of the experiment error. It was found that the highest yield of grain units, regardless of the background of treatment, was provided by the complex application of plant protection products and fertilizers at a dose of  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . The use of this technique increased the productivity of crop rotation, on average for the variants of tillage, by 0.35 thousand tons/ha of grain units in relation to  $N_{10}P_0K_0$ . Against the background of applying fertilizers at a dose of  $N_{30}P_{30}K_{30}$ , the yield of grain units increased by 0.15 thousand t/ha. When increasing the level of fertilization to  $N_{60}P_{60}K_{60}$  compared to  $N_{10}P_0K_0$ , the costs increased 1.4 times and as a result the cost recovery decreased by 23.3 - 29.4 % in the experiment variants.*

**Keywords:** tillage method, fertilizers, plant protection products, crop rotation, productivity, economic efficiency.

### Введение

Формирование высоких урожаев сельскохозяйственных культур, в первую очередь, предусматривает совершенствование технологий их возделывания [1, 2]. В агротехнологических комплексах возделывания культур большую роль играет основная обработка почвы [3, 4]. От способа обработки почвы во многом зависят урожайность, энергозатраты и экономические показатели производства продукции [5-8].

В последние годы, для снижения себестоимости и повышения рентабельности производства продукции, внедряют технологии на основе энерго-и ресурсосбережения на принципах уменьшения интенсивности обработки почвы [9, 10]. В тоже время, как повышение её интенсивности, так и чрезмерная минимализация может привести к снижению продуктивности возделываемых культур и ухудшению экономических показателей производства продукции [11].

Большую роль в повышении продуктивности полевых культур играют удобрения. При этом необходима оптимизация системы питания растений [12-14]. Эффективность системы удобрений в определённой степени зависит от основной обработки почвы, которая определяет глубину заделки удобрений и распределение их в обрабатываемом слое [15].

**Цель исследований** заключалась в изучении влияния способов основной обработки почвы и вариантов интенсификации (удобрения и средства защиты растений) на продуктивность и экономическую эффективность зернопарового севооборота в условиях северо-востока Центрального Черноземья (Тамбовская область).

### Материал и методы исследований

Исследования проводили в 2021-2023 годах на опытном поле Тамбовского НИИСХ в четырёхпольном зернопаровом севообороте: чёрный пар – озимая пшеница – соя – ячмень. Повторность в стационарном опыте трёхкратная с последовательным расположением вариантов. В опыте использовали метод расщеплённых делянок. Посевная площадь элементарной делянки 124 м<sup>2</sup> (7,20 x 17,30), учётной – 25 м<sup>2</sup> (5,0 x 5,0).

В опыте выращивали районированные сорта культур: озимая пшеница – Скипетр, соя Аванта, ячмень – Чакинский 221.

Изучали пять способов основной обработки почвы: традиционная отвальная разноглубинная под озимую пшеницу, ячмень на глубину 20-22 см, сою – на 25-27 см (контроль); бессменная поверхностная (дискование на 10-12 см) под все культуры севооборота; безотвальная разноглубинная под зерновые культуры на глубину 20-22 см, сою – 25-27 см; комбинированная (отвально-безотвальная) с вспашкой под сою в сочетании с безотвальной обработкой под зерновые культуры; комбинированная (отвально-

поверхностная) сочетание вспашки под сою с поверхностной обработкой под озимую пшеницу и ячмень.

Основную обработку в севообороте проводили на фоне рыхления почвы дисковыми орудиями на 8-10 см после уборки культур. На каждый способ обработки почвы накладывали три варианта минерального питания: 1)  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ; 2)  $N_{30}P_{30}K_{30}$  кг д. в. на 1 га севооборотной площади, где под каждую культуру ежегодно вносили соответственно по  $N_{60}P_{60}K_{60}$  и  $N_{30}P_{30}K_{30}$ ; 3)  $N_{10}P_0K_0$  – под озимую пшеницу вносили в виде весенней подкормки аммиачную селитру –  $N_{30}$ , сою и ячмень выращивали без удобрений. Варианты основной обработки почвы и удобрений изучали на двух фонах средств защиты растений: 1 – протравливание семян перед посевом культур + гербициды, фунгициды и инсектициды по вегетации культур; 2 – протравливание семян.

В качестве удобрения использовали азофоску 16 : 16 : 16 и аммиачную селитру, которые вносили разбросным способом под основную обработку почвы и в виде весенней подкормки посевов озимой пшеницы.

Климатические условия Тамбовской области умеренно-континентальны, с неустойчивым увлажнением. Зимы преобладают умеренно морозные, с температурой воздуха  $-4^{\circ}C$ ,  $-12^{\circ}C$ . Продолжительность периода с устойчивым снежным покровом 130-140 дней, абсолютный минимум температуры воздуха достигает минус  $37^{\circ}$  на западе и минус  $44^{\circ}C$  на северо-востоке области. Количество осадков, выпадающих в зимний период, является вполне благоприятным для создания необходимых запасов влаги в почве в весеннее время. Лето достаточно ясное, тёплое, даже жаркое. В течение летнего сезона преобладает тёплый континентальный воздух. Лето характеризуется неустойчивым, переменным увлажнением, часты сильные ветры и суховеи. Годовое количество осадков составляет около 500-550 мм, наименьшее до 450 мм и менее выпадает в юго-восточных районах области, в том числе в районе деятельности Тамбовского НИИСХ. Сумма осадков за вегетационный период, который длится 189 дней, составляет 50-55% от годовой суммы. Средняя величина ГТК по Тамбовской области составляет 0,91-1,10, в течение вегетационного периода изменяется от 0,8 до 1,4, максимальное значение принимает в сентябре.

Метеоусловия вегетационных периодов в годы исследований различались и имели отклонения от среднемноголетних показателей. Так, за вегетационный период (май – август) 2021 года осадков выпало на 86 мм меньше нормы, среднесуточная температура в этот период была выше среднемноголетних значений на  $3,0^{\circ}C$ .

Погодные условия вегетационного периода в 2022 году складывались не совсем благоприятно для роста и развития культур севооборота, и особенно для сои и ячменя. Осадков выпало на 102,1 мм меньше нормы, а температура воздуха превышала среднемноголетнюю величину на  $1,9^{\circ}C$ . За вегетационный период 2023 г осадков выпало 363,3 мм, что на 78,5 мм больше среднемноголетних показателей (284,8 мм), а температурный режим был на  $1,2^{\circ}C$  выше среднемноголетних значений ( $14,6^{\circ}C$ ).

Различные погодные условия в годы проведения исследований способствовали наиболее полно оценивать изучаемые факторы в опыте и их влияния на рост, развитие культур и, в конечном итоге, на продуктивность севооборота.

Почвенный покров опытного участка представлен чернозёмом типичным, мощным, тяжёлосуглинистым, содержание гумуса в пахотном слое – 6,8-7,0%. Обеспеченность подвижным фосфором и обмена калием (по Чирикову) высокая – 15,0-17,0 и 13,0-15,0 мг на 100 г почвы; рН(сол) – 6,6-6,8. Агротехника выращивания культур в севообороте – общепринятая для зоны исследования, за исключением изучаемых факторов.

Урожайность культур в опыте учитывали в ходе поделяночной уборки комбайном САМПО-500. Математическую обработку данных осуществляли методом дисперсионного анализа (Доспехов Б.А., 1985).

### Результаты и их обсуждение

В среднем за три года исследований наибольшая урожайность озимой пшеницы, независимо от фона удобренности и средств защиты растений, отмечена на традиционной отвальной разноглубинной обработке в севообороте и составила 6,06 т/га (табл. 1).

Бесменная поверхностная и безотвальная обработки приводили к снижению урожайности культуры на 0,21 и 0,15 т/га (НСР = 0,12). В тоже время, варианты с комбинированными отвально-безотвальной и отвально-поверхностной способами обработки, где под озимую пшеницу проводили безотвальную обработку на 20-22 см и поверхностную (дискование на 10-12 см) не оказали значительного влияния на урожайность культуры. Различия между данными вариантами с контролем не превышали 0,09-0,10 т/га и находились в пределах ошибки опыта.

Таблица 1

**Урожайность и продуктивность культур зернопарового севооборота в зависимости от способов обработки почвы и средств химизации, т/га (2021-2023 гг.)**

Обработка почвы в севообороте (фактор А)	Доза удобрений на 1 га севооборотной площади (фактор В)	Защита растений (фактор С)	Культуры севооборота			Выход зерновых единиц, тыс. т/га севооборотной площади
			Озимая пшеница	soя	ячмень	
Традиционная разнотравная отвальная (контроль)	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1*	6,51	2,37	3,99	3,32
		2*	5,97	1,93	3,49	2,93
	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	1	5,98	2,28	3,55	3,05
		2	5,81	1,88	2,98	2,75
	N <sub>10</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	1	6,26	2,13	2,95	2,94
		2	5,83	1,91	2,55	2,65
Среднее по варианту обработки			6,06	2,09	3,25	2,94
Бесменная поверхностная (дискование на 10-12 см)	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	6,26	2,24	3,84	3,18
		2	5,91	1,89	3,32	2,86
	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	1	5,90	2,14	3,40	2,95
		2	5,59	1,86	2,97	2,68
	N <sub>10</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	1	5,86	2,20	2,95	2,85
		2	5,57	1,84	2,55	2,57
Среднее по варианту обработки			5,85	2,03	3,17	2,85
Бесменная разнотравная безотвальная	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	6,13	2,39	3,87	3,20
		2	5,87	1,95	3,25	2,85
	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	1	6,01	2,22	3,36	2,99
		2	5,68	1,82	2,89	2,67
	N <sub>10</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	1	6,11	2,18	2,78	2,86
		2	5,65	1,86	2,46	2,57
Среднее по варианту обработки			5,91	2,07	3,10	2,86
Комбинированная отвально-безотвальная	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	6,21	2,38	3,85	3,21
		2	5,91	1,92	3,48	2,91
	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	1	5,96	2,30	3,46	3,03
		2	5,73	1,99	3,03	2,77
	N <sub>10</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	1	6,25	2,26	3,04	2,98
		2	5,69	1,87	2,56	2,61
Среднее по варианту обработки			5,96	2,12	3,24	2,92
Комбинированная отвально-поверхностная	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	6,27	2,54	4,00	3,31
		2	5,92	1,99	3,67	2,98
	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	1	5,98	2,27	3,66	3,07
		2	5,74	2,01	3,32	2,85
	N <sub>10</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	1	6,08	2,22	2,92	2,90
		2	5,80	1,92	2,63	2,67
Среднее по варианту обработки			5,97	2,16	3,37	2,96

НСР<sub>05</sub> для средних частных различий                    0,28    0,19    0,33                    0,08  
 Для фактора А    0,12    0,08    0,12                    0,09  
 Для фактора В    0,09    0,06    0,10                    0,07  
 Для фактора С    0,09    0,05    0,08                    0,06

Примечание: 1\* – протравливание семян + пестициды по вегетации

2\* – протравливание семян

Урожайность сои по вариантам основной обработки почвы варьировала в пределах 2,03-2,16 т/га. При этом наблюдалась тенденция к снижению урожайности по бессменным безотвальной и поверхностной обработкам и к повышению, на фоне комбинированных отвально-безотвальной и отвально-поверхностной обработкам почвы в севообороте. Различия между вариантами основной обработки почвы были в пределах ошибки опыта.

Значительных отклонений урожайности ячменя по вариантам обработки почвы в севообороте не наблюдалась, которые находились в пределах ошибки опыта. Исключение составил вариант с бессменной безотвальной обработкой, где урожайность ячменя составила 3,10 т/га, что меньше контроля на 0,15 т/га при ( $НСР_{05} = 0,12$  т/га).

Более высокую урожайность культур севооборота, независимо от способа обработки почвы, обеспечивало комплексное применение средств защиты растений и удобрений. Максимальная величина урожайности культур получена в варианте с дозой удобрений  $N_{60}P_{60}K_{60}$  в комплексе со средствами защиты растений. Так, по озимой пшенице, в зависимости от фона обработки почвы, этот прием обеспечил урожайность на уровне 6,13-6,51 т/га, что существенно выше варианта с весенней подкормкой аммиачной селитрой в дозе  $N_{30}$ , разница составила 0,25-0,27 при ( $НСР_{05}$  для удобрений = 0,09 т/га. В посевах сои этот приём повышал сбор соевых бобов на 0,28-0,32 т/га ( $НСР_{05} = 0,06$  т/га), в посевах ячменя на 0,96-1,06 т/га ( $НСР_{05} = 0,10$  т/га) по сравнению с вариантом без удобрений.

В целом продуктивность севооборота по вариантам основной обработки почвы, независимо от средств химизации, варьировала от 2,85 до 2,96 тыс. т/га зерновых единиц. При этом несколько меньшим тот показатель отмечен на варианте с бессменными поверхностной и безотвальной обработками почвы, составивший 2,85-2,86 т/га, что меньше на 0,09 и 0,08 т/га контроля с традиционной отвальной разноглубинной вспашкой. По комбинированным способам обработки почвы (отвально-безотвальной и отвально-поверхностной) выход зерновых единиц с 1 га севооборотной площади составил 2,92-2,96 тыс. т/га, при показателе на контроле 2,94, то есть практически был равным.

Оценка экономической эффективности севооборота показала, что лучшие экономические показатели получены (независимо от способа основной обработки почвы) в вариантах с уровнем минерального питания 1 га севооборотной площади  $N_{10}P_0K_0$  в комплексе со средствами защиты растений (табл. 2). Так, себестоимость 1 т зерновых единиц по традиционной отвальной разноглубинной обработке (контроль) составила 4660 рублей, бессменным поверхностной и безотвальной обработкам – 4714 и 4664 рубля и на фоне комбинированных способов обработки – 4549 и 4664 рубля. Наибольшая окупаемость затрат отмечена также в вариантах с низким фоном удобренности  $N_{10}P_0K_0$  в комплексе со средствами защиты растений, которая варьировала по способам обработки почвы от 4,53 до 4,66 руб.

Самая низкая себестоимость полученной продукции в севообороте 4549 руб/т зерновых единиц и наибольшая окупаемость затрат 4,66 рублей получена при использовании технологий выращивания культур на основе комбинированной отвально-безотвальной обработке почвы в комплексе с уровнем минерального питания  $N_{10}P_0K_0$  и средствами защиты растений от вредных объектов агроценозов.

Повышение дозы внесения удобрений до  $N_{60}P_{60}K_{60}$  приводило к увеличению затрат и, в конечном итоге, ухудшению экономических показателей, повышению себестоимости производства зерна в севообороте и снижению окупаемости затрат по вариантам обработки почвы на 19,9-23,3% и 23,3-29,4%, соответственно.

Применение в технологических комплексах возделывания культур в зернопаровом севообороте, из всего комплекса средств защиты растений, только лишь протравливания семян сопровождалось снижением продуктивности севооборота и ухудшением экономических показателей (повышение себестоимости и снижение окупаемости затрат).

**Агроэкономическая эффективность зернопарового севооборота в зависимости от агротехнологий**

Способ основной обработки почвы	Уровень минерального питания, кг д. в. на 1 га севооборотной площади	Защита растений	Выход зерновых единиц с 1 га севооборотной площади, тыс.т/га	Затраты, руб./га севооборота	Стоимость продукции, руб/га севооборота	Себестоимость 1 т зер. ед., руб.	Окупаемость затрат руб/руб
Традиционная отвальная разноглубинная (контроль)	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1*	3,32	19307	70485	5875	3,65
		2*	2,93	18339	62209	6259	3,39
	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	1	3,05	16396	64766	5376	3,95
		2	2,75	15392	58264	5597	3,79
	N <sub>10</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	1	2,94	13702	62073	4660	4,53
		2	2,65	12740	56054	4807	4,40
Бесменная поверхностная (дискование на 10-12 см)	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	3,17	18723	67295	5906	3,59
		2	2,77	17777	59067	6418	3,32
	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	1	3,03	15716	61459	5187	3,91
		2	2,59	14344	54348	5538	3,79
	N <sub>10</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	1	2,76	13012	56359	4714	4,48
		2	2,45	11872	51696	4846	4,35
Бесменная безотвальная разноглубинная	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1*	3,19	18937	68309	5936	3,61
		2*	2,83	17992	60433	6358	3,36
	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	1	2,99	15922	63485	5325	3,99
		2	2,61	14978	54682	5739	3,65
	N <sub>10</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	1	2,86	13338	60559	4664	4,54
		2	2,57	12390	54299	4821	4,38
Комбинированная отвально-безотвальная	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1*	3,21	19037	68555	5931	3,60
		2**	2,89	18105	61460	6265	3,39
	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	1	3,03	16042	64373	5294	4,01
		2	2,77	15154	58883	5471	3,89
	N <sub>10</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	1	2,97	13512	62999	4549	4,66
		2	2,58	12494	51197	4843	4,10
Комбинированная отвально-поверхностная	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1*	3,27	18883	69720	5775	3,69
		2**	2,96	17988	62503	6077	3,47
	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	1	3,05	15911	64264	5217	4,04
		2	2,81	14963	59328	5325	3,96
	N <sub>10</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	1	2,87	13314	60544	4639	4,55
		2	2,59	12329	54643	4760	4,43

Примечание: 1\* – протравливание семян + пестициды по вегетации культур, 1\*\* – протравливание семян

**Заключение**

Таким образом, по результатам исследований, на чернозёме северо-востока ЦЧЗ, наряду с традиционной отвальной разноглубинной основной обработкой почвы в зернопаровом севообороте, возможно применение комбинированной обработки, сочетание вспашки под сою и безотвальной или поверхностной обработкой под зерновые культуры севооборота в комплексе со средствами защиты, обеспечивающие снижение себестоимости зерна и повышение окупаемости затрат.

### Литература

1. Воронцов В.А., Скорочкин Ю.П. Влияние основной обработки почвы, удобрений и средств защиты растений на продуктивность озимой пшеницы. // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2021. – № 4 (40). – С. 53-58. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-4-53-58
2. Воронов С.И., Зволинский В.П., Плескачëв 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.
3. Шабалкин А.В., Драчëва М.К., Воронцов В.А. и др. Реакция ячменя на средства интенсификации и приёмы обработки чернозёмных почв в северо-восточном регионе Черноземья // *Земледелие*. – 2022. – № 6. – С. 41-45. DOI: 10.24412/0044-3913-2022-6-41-45.
4. Сабитов М.М., Захаров С.А. Ресурсосберегающие модели технологий возделывания яровой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. – 2021. – Т. 16. – № 3 (63). – С. 53-58.
5. Власенко А.Н., Шарков И.Н., Иодко Л.Н. Экологические аспекты минимизации основной обработки почвы // *Земледелие*. – 2006. – № 4. – С. 18-20.
6. Турусов В.И., Гармашов В.И., Дронова Н.В. Эффективность систем обработки почвы и средств интенсификации при возделывании озимой пшеницы в условиях ЦЧЗ // *Достижения науки и техники АПК*. – 2015. – Т. 29. – № 7. – С. 68-70.
7. Сабитов М.М., Шарипова Р.Б. Эффективность способов основной обработки почвы и средств химизации в зернопаровом севообороте // *Достижения науки и техники АПК*. – 2015. – Т. 29. – № 10. – С. 31-34.
8. Концепция технологии основной обработки чернозёмных почв на основе энерго- и ресурсосберегающих приёмов в северо-восточном регионе Центрального Черноземья /сост. В.А. Воронцов; ФАНО, ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина». – Тамбов: Принтсервис, – 2018. – 74 с.
9. Турусов В.И., Романцов Ю.Ф., Пшеничный В.А. Энергосберегающая технология возделывания пропашных культур и техническое средство её обеспечения // *Достижения науки и техники АПК*. – 2016. – Т. 30. – № 4. – С. 78-80.
10. 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.
11. Кирюшин В.И. Управление плодородием почв и продуктивностью агроценозов в адаптивно-ландшафтных системах земледелия // *Почвоведение*. – 2019. – № 9. – С. 1130-1139.
12. 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.
13. Чуян О.Г. Модель системы удобрений в адаптивно-ландшафтном земледелии Центрального Черноземья // *Достижения науки и техники АПК*. – 2017. – Т. 31. – № 12. – С. 5-8.
14. Турусов В.И., Гармашов В.М. Эффективность минеральных удобрений при различных способах обработки почвы // *Агрохимия*. – 2020. – № 12. – С. 19-27.
15. 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).

### References

1. Vorontsov V.A., Skorochkin Yu.P. The influence of basic tillage, fertilizers and plant protection products on the productivity of winter wheat. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. -2021.– no 4 (40), - pp. 53-58. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-4-53-58 (in Russian).

2. Voronov S.I., Zvolinsky V.P., Pleskachev Yu.N. et al. The role of basic tillage techniques in the cultivation of spring barley. *Agriculture*. 2020. no. 2. Pp. 24-26. DOI : 10.24411/0044-3913-2020-10206. (in Russian).
3. Shabalkin A.V., Dracheva M.K., Vorontsov V.A. et al. The reaction of barley to the means of intensification and methods of processing chernozem soils in the north-eastern region of the Chernozem region. *Agriculture*. 2022. no. 6. Pp. 41-45. DOI : 10.24412/0044-3913-2022-6-41-45. (in Russian).
4. Sabitov M.M., Zakharov S.A. Resource-saving models of spring wheat cultivation technologies in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region. *Bulletin of the Kazan State Agrarian University*. 2021. V. 16. no. 3 (63). Pp. 53-58. (in Russian).
5. Vlasenko A.N., Sharkov I.N., Iodko L.N. Ecological aspects of minimizing basic tillage. *Agriculture*. 2006. no. 4. Pp. 18-20. (in Russian).
6. Turusov V.I., Garmashov V.I., Dronova N.V. Effectiveness of tillage systems and means of intensification in the cultivation of winter wheat in the conditions of the Central agricultural district. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2015. V. 29. no. 7. Pp. 68-70. (in Russian).
7. Sabitov M.M., Sharipova R.B. Effectiveness of methods of basic tillage and chemicalization in grain-steam crop rotation. *Achievements of science and technology of the Agroindustrial Complex*. 2015. V. 29. no. 10. Pp. 31-34. (in Russian).
8. The concept of technology for basic processing of chernozem soils based on energy and resource-saving techniques in the north-eastern region of the Central Chernozem region / ed. V.A. Vorontsov; FANO, Federal State Budgetary Scientific Research Center named after I.V. Michurin. Tambov: Printserservice, 2018. – 74 p. (in Russian).
9. Turusov V.I., Romantsov Yu.F., Pshenichny V.A. Energy-saving technology of cultivation of row crops and technical means of its provision. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2016. V. 30. No. 4. Pp. 78-80. (in Russian).
10. 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).
11. 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).
12. 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).
13. 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. V. 31. no. 12. Pp. 5-8. (in Russian).
14. Turusov V.I., Garmashov V.M. The effectiveness of mineral fertilizers in various methods of tillage. *Agrochemistry*. 2020. no. 12. Pp. 19-27. (in Russian).
15. 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). (in Russian).

УДК 546.17:633.31/.37:633.524.1:633.875

## **ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ АЗОТА В ВЕГЕТИРУЮЩЕЙ ЧАСТИ ПОБЕГОВ НЕТРАДИЦИОННОЙ ДЛЯ РОССИИ ЗЕРНОБОБОВОЙ КУЛЬТУРЫ КРОТАЛЯРИИ СИТНИКОВОЙ РОДОМ ИЗ ТРОПИЧЕСКИХ СТРАН**

**А.И. ОСИПОВ**<sup>1</sup>, доктор сельскохозяйственных наук,  
E-mail: aosipov2006@mail.ru

**Я.В. ПУХАЛЬСКИЙ**<sup>2,3</sup>, E-mail: puhalskyyan@gmail.com  
**С.И. ЛОСКУТОВ**<sup>2,4</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук,  
E-mail: lislosk@mail.ru

**Г.В. НИКИТИЧЕВА**<sup>2</sup>, **Л.А. ГОРОДНОВА**<sup>2</sup>,  
**А.И. ЯКУБОВСКАЯ**<sup>5</sup>, кандидат биологических наук,  
E-mail: yakubovskaya\_alla@mail.ru

**Д.Д. МЕЩЕРЯКОВ**<sup>6</sup>, E-mail: info@ledforplant.ru  
**И.А. КАМЕНЕВА**<sup>5</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук,  
E-mail: irina.kameneva.7@mail.ru

**Ю.В. ЛАКТИОНОВ**<sup>3</sup>, кандидат биологических наук,  
E-mail: laktionov@list.ru

<sup>1</sup> ФГБНУ АГРОФИЗИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ,

<sup>2</sup> ГАОУ ВО ЛО ЛЕНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ А.С. ПУШКИНА

<sup>3</sup> ФГБНУ ВНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ МИКРОБИОЛОГИИ  
(ФГБНУ ВНИИСХМ)

<sup>4</sup> ВНИИ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК – ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА  
ПИЩЕВЫХ СИСТЕМ ИМ. В.М. ГОРБАТОВА РАН

<sup>5</sup> ФГБУН НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА КРЫМА

<sup>6</sup> ИП LED FOR PLANT

*Crotalaria juncea* – это однолетний кустарник из семейства Бобовых, произрастающий в странах Индии и Африки и обычно используемый здесь в качестве сидеральной культуры, главным образом из-за того, что она обогащает почву большим количеством азота, посредством его биологической фиксации из атмосферы. В естественной популяции их сеянцы встречаются достаточно редко и аграрии во всем мире еще слабо осведомлены о полезных свойствах данных растений. Культура является редкой и для России, из-за ограниченности ареала ее возможного возделывания и слабого развития селекционной базы. Местом для возможного выращивания кроталарии в РФ могут послужить южные регионы страны с теплым умеренным климатом, в частности Краснодарский край, республики Адыгея или Крым. Культуру также можно активно выращивать в условиях закрытого грунта. Настоящая работа посвящена оценке роста и развития растений в условиях защищенного грунта при полной светокультуре в течение 140 суток, до фазы активного цветения, когда все биохимические показатели в морфогенезе максимальны, включая концентрацию накопления азота. Субстратом послужила почвосмесь состоящая из типичного чернозема, полученного из заповедника «Каменная степь» Воронежской области и 20% добавки в виде вулканического цеолита. Опыт включал в себя блок из 50 растений, имеющих показатель всхожести 66%. На протяжении всего цикла вегетации велся системный учет динамики изменения морфометрических показателей роста культуры (высоты и сухой биомассы), а также накопления в ней минерального азота. По итогу исследований установлено, что данные показатели можно

описать следующими квадратными уравнениями: накопление сухой биомассы –  $y=0,3325x^4 - 3,7533x^3 + 14,428x^2 - 19,197x + 9,91$  ( $R^2=0,99$ ); динамика роста побегов -  $y=0,4208x^4 - 3,0417x^3 + 6,3292x^2 + 13,792x + 18,5$  ( $R^2=0,99$ ); аккумуляция азота –  $y=-0,7075x^4 + 8,7117x^3 - 38,588x^2 + 75,393x - 31,7$  ( $R^2=0,99$ ).

**Ключевые слова:** *Crotalaria juncea*, азотфиксация, продуктивность, высота.

**Для цитирования:** Осипов А.И., Пухальский Я.В., Лоскутов С.И., Никитичева Г.В., Городнова Л.А., Якубовская А.И., Мещеряков Д.Д., Каменева И.А., Лактионов Ю.В. Динамика накопления азота в вегетирующей части побегов нетрадиционной для России зернобобовой культуры кроталарии ситниковой родом из тропических стран. // Зернобобовые и крупяные культуры. 2024; 1 (49): 105-111. DOI: 10.24414/2309-348X-2024-105-111

## DYNAMICS OF NITROGEN ACCUMULATION IN THE VEGETATIVE PART OF SHOOTS OF THE NON-TRADITIONAL FOR RUSSIA LEGUMINOUS CROP *CROTALARIA JUNCEA* (SUNN HEMP) NATIVE TO TROPICAL COUNTRIES

A.I. Osipov<sup>1</sup>, J.V. Puhalsky<sup>2,3</sup>, S.I. Loskutov<sup>2,4</sup>, G.V. Nikiticheva<sup>2</sup>,  
L.A. Gorodnova<sup>2</sup>, A.I. Yakubovskaya<sup>5</sup>, D.D. Meshcheryakov<sup>6</sup>,  
I.A. Kameneva<sup>5</sup>, Yu.V. Laktionov<sup>3</sup>

<sup>1</sup> AGROPHYSICAL INSTITUTE OF THE RUSSIAN ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup> PUSHKIN LENINGRAD STATE UNIVERSITY, St. Petersburg-Pushkin, Russia

<sup>3</sup> ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE FOR AGRICULTURAL MICROBIOLOGY, St. Petersburg-Pushkin, Russia

<sup>4</sup> VNIIPD — A BRANCH OF GORBATOV RESEARCH CENTER FOR FOOD SYSTEMS, St. Petersburg, Russia

<sup>5</sup> SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE OF CRIMEA, Simferopol, Russia

<sup>6</sup> SOLE PROPRIETORSHIP «LED FOR PLANT», Krasnoyarsk, Russia

**Abstract:** *Crotalaria juncea* is an annual shrub from the legume family, native to India and Africa and commonly used here as a green manure crop, mainly because it enriches the soil with large amounts of nitrogen through biological fixation from the atmosphere. In the natural population, their seedlings are quite rare and farmers around the world are still poorly aware of the beneficial properties of these plants. The crop is also rare for Russia, due to the limited area of its possible cultivation and the poor development of the breeding base. The southern regions of the country with a warm temperate climate, in particular the Krasnodar Territory, the republic of Adygea or Crimea, can serve as a place for the possible cultivation of *crotalaria* in the Russian Federation. The crop can also be actively grown in closed ground conditions. This work is devoted to assessing the growth and development of plants in protected soil conditions with full light culture for 140 days, before the active flowering phase, when all biochemical indicators in morphogenesis are maximum, including the concentration of nitrogen accumulation. The substrate was a soil mixture consisting of typical chernozem obtained from the Kamennaya Steppe nature reserve in the Voronezh region, and 20% additive in the form of volcanic zeolite. The experiment included a block of 50 plants with a germination rate of 66%. Throughout the entire growing season, a systematic account was taken of the dynamics of changes in the morphometric indicators of crop growth (height and dry biomass), as well as the accumulation of mineral nitrogen in it. Based on the results of the research, it was established that these indicators can be described by the following quadratic equations: accumulation of dry biomass -  $y=0,3325x^4 - 3,7533x^3 + 14,428x^2 - 19,197x + 9,91$  ( $R^2=0,99$ ); shoot growth dynamics -  $y=0,4208x^4 - 3,0417x^3 + 6,3292x^2 + 13,792x + 18,5$  ( $R^2=0,99$ ); nitrogen accumulation -  $y= -0,7075x^4 + 8,7117x^3 - 38,588x^2 + 75,393x - 31,7$  ( $R^2=0,99$ ).

**Keywords:** *Crotalaria juncea*, nitrogen fixation, productivity, height.

## Введение

Несмотря на сложную геополитическую ситуацию, сложившуюся в результате вводимых со стороны Запада экономических санкций в отношении России, государство для укрепления своего финансового суверенитета продолжает наращивать торговые связи со многими странами тропической зоны, включая Индию и Африку [1-3]. Дружественные отношения между нашими государствами, сложились уже давно, еще со времен Российской Империи и Советского Союза [4-5], однако сейчас они выходят на новый уровень. В данном тройственном союзе будет развиваться и научное сотрудничество в отрасли биотехнологии растениеводства. Уже сейчас, в рамках импортозамещения, идет активное внедрение лекарственных препаратов на российский рынок, полученных, в том числе из растений, входящих в фармоскопейную группу, произрастающих в тропических странах. Среди незаслуженно забытых сельскохозяйственных культур из семейства *Fabacea*, родом из тропиков, можно выделить – кроталарию ситниковую (*Crotalaria juncea*) – древнейшую нетрадиционную для России однолетнюю культуру, ареал распространения которой приходится на Южную Азию и Африку [6], где она используется как сидеральное удобрение, обладающее нематодостатической активностью. Растения имеет мощную и разветвленную корневую систему, которая помогает им хорошо усваивать питательные вещества из глубоких слоев почвы. Выращивание видов *Crotalaria* в севообороте дает ряд преимуществ системам нулевой обработки почвы для сдерживания деградации их плодородия и поддержания почвенного здоровья. По сравнению с другими покровными видами из рода *Crotalaria*, культура также является единственной лубяной, что выращивается для получения волокна, сбор которого составляет около 8% от сухой биомассы стебля. Полноценных научных работ по характеристикам возделывания данной культуры в отечественной печати обнаружено не было. Последние исследования, проводившиеся в рамках оценки адаптационного потенциала семян данной культуры, отмечены лишь на Кубани в период 1978-1984 гг [7]. Таким образом, нами ранее был подготовлен первый в современной России научный обзор, обобщающий особенности выращивания данной культуры в мире и перспективы ее интродукции на территории страны [8]. Из особенностей, описанных в нем, здесь можно выделить ссылку на недавние исследования, проведенные в Узбекистане, где в семенной продукции растений из данного рода также были обнаружены полисахариды (галактоманнаны), используемые в качестве физиологически активных соединений, обладающих ростостимулирующим действием при экзогенной обработке ими других растений, в частности Злаков [9]. Стоит также отметить, что культура может не формировать семена севернее 28° параллели, на что следует обратить внимание аграриям, при выращивании ее в открытом грунте с добавлением органических стимуляторов роста и инокуляцией микробными биопрепаратами для создания эффективных бобово-ризобиальных симбиосистем. Ареалом для возможного выращивания кроталарии в РФ могут послужить южные регионы страны с теплым умеренным климатом, в частности Краснодарский край, республики Адыгея или Крым. Культуру также можно круглогодично возделывать в закрытом грунте при полной светокультуре. Растения здесь получают более низкорослые, зато формируют выполненные семена. Подобные исследования уже проводят в коммерческих оранжереях и теплицах США и Франции, где также изучают возможности получения и использования более коротких сердцевинных волокон, при выращивании растений в беспочвенной горшечной культуре.

Таким образом, целью настоящей работы была оценка изменения продуктивности и накопления азота, в онтогенезе данных растений, выращенных в условиях защищенного грунта.

## Материал и методы исследований

Эксперимент проводился летом 2023 года на базе тепличного комплекса НОЦ «Зимний сад» (ЛГУ им. А.С. Пушкина, СПб - г. Пушкин). Температура в теплице на протяжении всего опыта составляла 35-40°C днем и 25-28°C ночью при влажности воздуха 60-65%. Растения выращивали в цилиндрических пластиковых сосудах на 2 л., заполненных почвосмесью, состоящей из типичного чернозема, полученного из заповедника «Каменная степь»

Воронежской области и 20% добавки в виде вулканического цеолита, для улучшения водоудерживающей способности субстрата [10]. Агрохимическая характеристика почвы проведена стандартными методами:  $p_{H_2O}$   $6,89 \pm 0,02$ ;  $p_{KCl}$   $6,39 \pm 0,02$ ; гумус  $7,65 \pm 0,28\%$ ; ЕКО -  $45,5 \pm 0,02$  мг-экв/100 г,  $N_T$  -  $1,54 \pm 0,08$  мг-экв /100г;  $K_2O$   $127,7 \pm 2,3$  мг/кг;  $P_2O_5$   $125,9 \pm 1,9$  мг/кг. На один сосуд приходилось по одному саженцу.

Общий период выращивания растений составил 140 суток (с 22 апреля по 09 сентября), до фазы активного цветения, когда все биохимические показатели в морфогенезе, включая концентрацию накопленного азота, максимальны.

Эксперимент включал блок из 50 растений. Каждые 28 суток велся системный учет динамики изменения морфометрических показателей роста культуры (высоты и сухой биомассы), путем рандомного извлечения из каждого блока вариантов по десять культиваров. Для определения азота биомассу подвергали сернокислотному разложению по методу Кьельдаля.

Математическую обработку полученных данных проводили с помощью прикладной системы Excel 2016.

### Результаты и их обсуждение

Итоговая высота полученных растений на момент съема опыта в закрытом грунте составила 1,2-1,4 м (рис. 1).

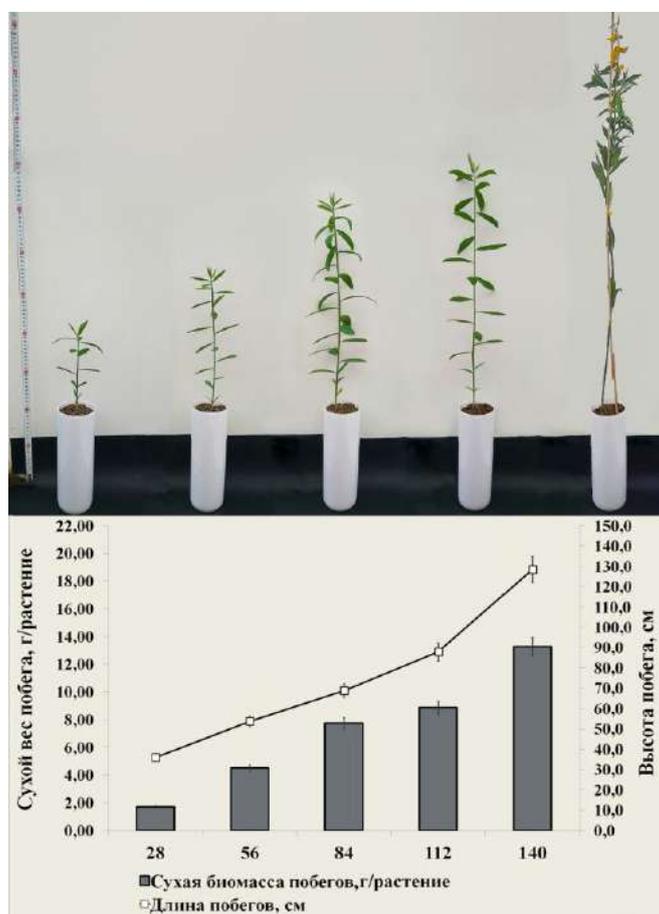


Рис. 1. Биометрические показатели динамики роста *Crotalaria juncea* в условиях вегетационного тепличного опыта

Динамику линейного роста можно выразить уравнением:  $y = 0,4208x^4 - 3,0417x^3 + 6,3292x^2 + 13,792x + 18,5$  ( $R^2 = 0,99$ ). В полевых условиях эти показатели могут достигать 3-4 м. Объяснение сему факту можно связать с ограниченным объемом сосуда для нормального развития более мощной корневой системы. Тем не менее, для условий защищенного грунта и модельного эксперимента этот результат идеальный. Максимальный вес растения также достигали при 140 сутках - 13,26 г/растение. Накопление сухого вещества можно выразить

Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» № 1 (49) 2024 г. следующим квадратным уравнением:  $y = 0,3325x^4 - 3,7533x^3 + 14,428x^2 - 19,197x + 9,91$  ( $R^2 = 0,99$ ).

Накопление N было незначительным до 28 суток (рис. 2), после чего оно начинало постепенно увеличиваться, достигая максимума при 112 сутках. Квадратное уравнение представлено следующим видом:  $y = - 0,7075x^4 + 8,7117x^3 - 38,588x^2 + 75,393x - 31,7$  ( $R^2 = 0,99$ ). Далее начинается формирование бобов с последующим развитием зерна, и накопленный минеральный азот, преобладающих для данных видов растений в аммонийной форме, начинает постепенно перераспределять в пользу последних, что связано с эффектом разбавления, где он участвует в процессах синтеза аминокислот и белка [11-12]. Дальнейшее снижение содержания N в побегах может быть также стратегией растений, направленной на поддержание работоспособности фотосинтетического листового аппарата.

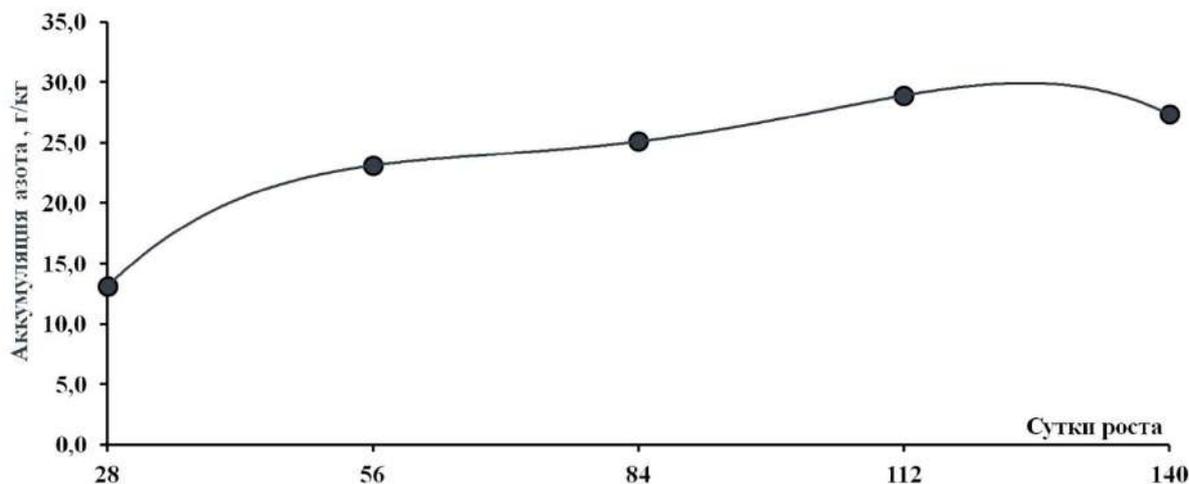


Рис. 2. Накопление азота в вегетативной части побегов растений *Crotalaria juncea* в зависимости срока вегетации

### Выводы

Таким образом, на основании модельного опыта проведенного в теплице можно сделать вывод, что для обеспечения почвы азотом, быстрее всего срезку растений необходимо проводить до образования репродуктивных органов. Для получения максимально биомассы и бобов, растения можно продолжать выращивать и дальше, до полного периода вегетации, который для данной культуры составляет 226-240 суток. При этом, обычно, максимальное накопление сухого вещества наблюдается через 135 дней. Кроме того, отмечено, что после цветения в растениях идет накопление алкалоидного вещества под названием монокроталин, используемый ими в программах борьбы с вредителями, который уже сдерживает их использование на корм скоту. Поэтому максимальный срок возделывания кроталирии на силос должен составлять не более 170 дней.

### Литература

1. Захарова С.В., Соколова О.Ю., Власова Н.Л., Скворцова В.А., Скворцов А.О. Особенности внешнеэкономических связей России со странами Африки // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Общественные науки. – 2021. – № 1 (57). – С. 103-114.
2. Беляев С.А. Внешняя торговля России со странами африканского континента на фоне развития структурного кризиса // Азимут научных исследований: экономика и управление. – 2020. – Т. 9. – № 1 (30). – С. 65-67.
3. Юрлов Ф.Н. Россия и Индия в меняющемся глобальном мире // Гуманитарные исследования Центральной России. – 2019. – № 1 (10). – С. 36-45.
4. Нуриева А.Р., Гибадуллин М.З., Зайнутдинова Д.И. Российская империя и страны африканского континента: от первых контактов к регулярному экономическому взаимодействию // Вестник Томского государственного университета. Экономика. – 2021. – № 55. – С. 216-224.

5. Акарашов И.С. Россия - Индия: необходимо повышать уровень доверия // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Всеобщая история. – 2017. – Т. 9. – № 3. – С. 222-233.
6. Garcia J.M., Kawakita K., Souza M.C., Miotto S.T.S. 2013. The genus *Crotalaria* L. (*Leguminosae*, *Faboideae*, *Crotalarieae*) in the upper Parana River floodplain, Brazil // *Revista Brasileira de Biociencias*. – 2013. – V. 11. – № (2). – P. 209-226.
7. Силаева О.И. Хранение коллекции семян мировых растительных ресурсов в условиях низких положительных температур - оценка, состояние, перспективы // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2012. – Т. 169. – С. 230-239.
8. Пухальский Я.В., Воробьев Н.И., Лоскутов С.И., Глушаков Р.И., Косильников Ю.В., Якубовская А.И., Никитичева Г.В., Городнова Л.А., Кожемяков А.П., Лактионов Ю.В. Кроталария ситниковая (*Crotalaria juncea* L.): характеристика и перспективы возделывания новой бобовой культуры в России // *Сельскохозяйственная биология*. – 2024. – Т. 59. – № 1. – С. 3-30.
9. Закирова Р.П., Асатова С.С., Сафарова Н.Р., Ташпулатова Ф.Ш. Изучение ростстимулирующей активности полисахаридов растений *Gleditsia triacanthos*, *Crotalaria alata* и *Crotalaria* sp. // *Аграрная наука*. – 2020. – № 1. – С. 52-55.
10. Арефьев А.Н., Кузина Е.Е., Кузин Е.Н. Влияние природных цеолитов на водоудерживающую способность и режим влажности чернозема выщелоченного // *Нива Поволжья*. – 2016. – № 1(38). – С. 2-9.
11. Helali S.M., Nebli H., Kaddour R., Mahmoudi H., Lachaâl M., Ouerghi Z. Influence of nitrate-ammonium ratio on growth and nutrition of *Arabidopsis thaliana* // *Plant and Soil*. – 2010. – V. 336. – № 1. – P. 65-74.
12. Masakapalli S.K., Kruger N.J., Ratcliffe R.G. The metabolic flux phenotype of heterotrophic *Arabidopsis* cells reveals a complex response to changes in nitrogen supply // *The Plant Journal*. – 2013. – V. 74. – № 4. – P. 569-582.

#### References

1. Zakharova S.V., Sokolova O.YU., Vlasova N.L., Skvortsova V.A., Skvortsov A.O. Osobennosti vneshneekonomicheskikh svyazei Rossii so stranami Afriki [Features of Russia's foreign economic relations with African countries] *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Povolzhskii region. Obshchestvennye nauki*, 2021, no. 1 (57), pp. 103-114. (In Russian)
2. Belyaev S.A. Vneshnyaya trgovlya Rossii so stranami afrikanskogo kontinenta na fone razvitiya strukturnogo krizisa [Russia's foreign trade with the countries of the African continent against the backdrop of a developing structural crisis] *Azimut nauchnykh issledovaniy: ekonomika i upravlenie*, 2020, T. 9, no. 1 (30), pp. 65-67. (In Russian)
3. Yurlov F.N. Rossiya i Indiya v menyayushchemsya global'nom mire [Russia and India in a changing global world] *Gumanitarnye issledovaniya Tsentral'noi Rossii*, 2019, no. 1 (10), pp. 36-45. (In Russian)
4. Nurieva A.R., Gibadullin M.Z., Zainutdinova D.I. Rossiiskaya imperiya i strany afrikanskogo kontinenta: ot pervykh kontaktov k regulyarnomu ekonomicheskomu vzaimodeistviyu [The Russian Empire and the countries of the African continent: from first contacts to regular economic interaction] *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika*, 2021, no. 55, pp. 216-224. (In Russian)
5. Akarashov I.S. Rossiya - Indiya: neobkhodimo povyshat' uroven' doveriya [Russia - India: it is necessary to increase the level of trust] *Vestnik Rossiiskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Vseobshchaya istoriya*, 2017, V. 9, no. 3, pp. 222-233. (In Russian)
6. Garcia J.M., Kawakita K., Souza M.C., Miotto S.T.S. 2013. The genus *Crotalaria* L. (*Leguminosae*, *Faboideae*, *Crotalarieae*) in the upper Parana River floodplain, Brazil. *Revista Brasileira de Biociencias*, 2013, V. 11, no. (2), pp. 209-226.
7. Silaeva O.I. Khranenie kollektzii semyan mirovykh rastitel'nykh resursov v usloviyakh nizkikh polozhitel'nykh temperatur - otsenka, sostoyanie, perspektivy [Storing a collection of seeds of world plant resources in conditions of low positive temperatures - assessment, status, prospects] *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii*, 2012, V. 169, pp. 230-239. (In Russian)

8. Puhalsky J.V., Vorob'ev N.I., Loskutov S.I., Glushakov R.I., Kosul'nikov Y.V., Yakubovskaya A.I., Nikiticheva G.V., Gorodnova L.A., Kozhemyakov A.P., Laktionov Y.V. Krotalyariya sitnikovaya (*Crotalaria juncea* L.): kharakteristika i perspektivy vozdeleyvaniya novoi bobovoi kul'tury v Rossii [*Crotalaria juncea* L.: characteristics and prospects for cultivating a new legume crop in Russia] *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*, 2024, V. 59, no. 1, pp. 3-30. (In Russian).
9. Zakirova R.P., Asatova S.S., Safarova N.R., Tashpulatova F.SH. Izuchenie roststimuliruyushchei aktivnosti polisakharidov rastenii *Gleditsia triacanthos*, *Crotalaria alata* i *Crotalaria* sp. [Study of the growth-stimulating activity of polysaccharides from the plants *Gleditsia triacanthos*, *Crotalaria alata* and *Crotalaria* sp.] *Agrarnaya nauka*, 2020, no. 1, pp. 52-55. (In Russian)
10. Aref'ev A.N., Kuzina E.E., Kuzin E.N. Vliyanie prirodnykh tseolitov na vodouderzhivayushchuyu sposobnost' i rezhim vlazhnosti chernozema vyshchelochennogo [The influence of natural zeolites on the water-holding capacity and moisture regime of leached chernozem] *Niva Povolzh'ya*, 2016, no. 1(38), pp. 2-9. (In Russian)
11. Helali S.M., Nebli H., Kaddour R., Mahmoudi H., Lachaâl M., Ouerghi Z. Influence of nitrate-ammonium ratio on growth and nutrition of *Arabidopsis thaliana*. *Plant and Soil*, 2010, V. 336, no. 1, pp. 65-74.
12. Masakapalli S.K., Kruger N.J., Ratcliffe R.G. The metabolic flux phenotype of heterotrophic *Arabidopsis* cells reveals a complex response to changes in nitrogen supply. *The Plant Journal*, 2013, V. 74, no. 4, pp. 569-582.

DOI: 10.24412/2309-348X-2024-1-112-116

УДК 633.34: 631.527

### НОВЫЙ СОРТ СОИ ОРЛЕЯ

**С.О. ГУРИНОВИЧ**, старший научный сотрудник, E-mail: sergur17@mail.ru,

**С.В. КИРЮХИН**, кандидат с.-х. наук, ORCID ID: 0009-0001-6177-4988

E-mail: sergsv2010@mail.ru

**В.И. ПАНАРИНА**, кандидат с.-х. наук, ORCID ID: 0000-0002-8038-343X,

E-mail: ver1183@yandex.ru

ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

*В статье представлены результаты создания нового раннеспелого и высокоурожайного сорта сои Орлея селекции ФНЦ ЗБК, который с 2024 года внесен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ по Центральному и Центрально-Черноземному регионам. Сорт создан методом индивидуального отбора из гибридной популяции Мезенка × Алиса (Лидер 1 × ОАК Визион). Максимальная урожайность в конкурсном сортоиспытании ФНЦ ЗБК получена в 2019 году – 5,36 т/га, при государственном сортоиспытании - в 2023 году в Липецкой области – 3,71 т/га. Вегетационный период нового сорта от 96 до 106 дней. Тип роста стебля детерминантный с высотой растения 75-93 см, высота прикрепления нижнего боба 11,0-13,7 см, число бобов на растении 45, число семян в бобе 3, масса 1000 семян – 157-178 г. Содержание протеина в зерне 41,0-43,0%, жира – 18,4-20,9%. Семена имеют желтую окраску, цвет рубчика – желтый. Сорт Орлея устойчив к полеганию и осыпанию.*

**Ключевые слова:** соя, селекция, сорт, детерминант, урожайность.

**Для цитирования:** Гуринович С.О., Кирюхин С.В., Панарина В.И. Новый сорт сои Орлея. Зернобобовые и крупяные культуры. 2024; 1(49):112-116. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-1-112-116

### NEW SOYBEAN VARIETY ORLEYA

**S.O. Gurinovich, S.V. Kiryukhin, V.I. Panarina**

FSBSI FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS, Orel

**Abstract:** *The article presents the results of creating a new early-maturing and high-yielding soybean variety Orleya breeding of FSC LGC, which since 2024 has been included in the State Register of Breeding Achievements approved for use in the Russian Federation in the Central and Central Chernozem regions. The variety was created by the method of individual selection from the hybrid population of Mesenka × Alice (Leader 1 × OAK Vision). The maximum yield in the State variety testing (Orel region) was obtained in 2019 – 5.36 t/ha, and at the State variety testing of the Russian Federation in 2023 in the Lipetsk region and amounted to 3.71 t/ha. The growing season of the new variety is from 96 to 106 days. The type of stem growth is determinant with a plant height of 75-93 cm, the attachment height of the lower bean is 11.0-13.7 cm, the number of beans on the plant is 45, the number of seeds in the bean is 3, and weight of 1000 seeds is 157-178 g. The protein content in the grain is 41.0-43.0%, fat - 18,4-20,9%. The seeds have a yellow color; the color of the hem is yellow. The Orleya variety is resistant to lodging and shedding.*

**Keywords:** soybean, breeding, variety, determinant, yield.

### Введение

За последние 10 лет возросла востребованность сои не только как высокобелковой культуры, но и масличной. Валовой сбор зерна сои в России растет ежегодно – в 2022 году он достиг 5,5 млн. тонн, а в 2023 году увеличился до 6,7 млн. тонн. Посевные площади, занимаемые данной культурой, увеличились в 2,3 раза. Такому развитию соевого рынка способствует возможность расширения ареала возделывания этой культуры, и прежде всего, за счет создания сортов, адаптированных к определенным погодно - климатическим условиям и реализующих свой потенциал продуктивности. Это достигается благодаря совершенствованию методов оценки и созданию исходного материала [1, 2]. В 2021 году новый сорт сои Орлея передан на Государственное сортоиспытание, в 2024 году внесен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ по Центральному (3) и Центрально-Черноземному (5) регионам.

Оригинатор и патентообладатель ФГБНУ ФНЦ ЗБК, принята заявка на патент, который будет получен в 2024 году.

Авторы сорта: Гуринович С.О., Зотиков В.И., Сидоренко В.С., Панарина В.И., Кирюхин С.В., Бобков С.В., Гуринович И.А.

**Цель исследований** – комплексная оценка хозяйственноценных признаков раннеспелого сорта сои Орлея на устойчивость к экзогенным факторам в условиях Центральной России.

#### Условия, материалы и методика исследований

Объектом исследования являлись сорта-стандарты сои Зуша, Мезенка для Центральной России и новый сорт сои Орлея. Экспериментальные посевы были размещены на полях селекционного севооборота ФНЦ ЗБК в Селекционно-семеноводческом центре сои. Предшественник – пар. Почвы опытного участка тёмно–серые лесные, тяжелосуглинистые, средне окультуренные. Содержание гумуса – 4,71%, что соответствует среднему содержанию; средне кислые рН<sub>НСЛ</sub>– 4,9. Содержание подвижных форм фосфора и калия – 225,8 мг/кг (высокое содержание) и 112,2 мг/кг почвы (среднее содержание), соответственно.

В конкурсном сортоиспытании площадь опытных делянок – 15 м<sup>2</sup>, размещение их рендомизированное, повторность опыта 4-х кратная. Посев широкорядный с междурядьями 45 см. Норма высева – 600 тыс. всхожих семян на гектар. Отбор снопового материала осуществляли по мере созревания. Фенологические учеты, оценка морфологических и количественных признаков проводили по общепринятым методикам [3, 4, 5, 6].

Годы проведения исследований отличались по погодно-климатическим условиям периода вегетации (рис. 1).

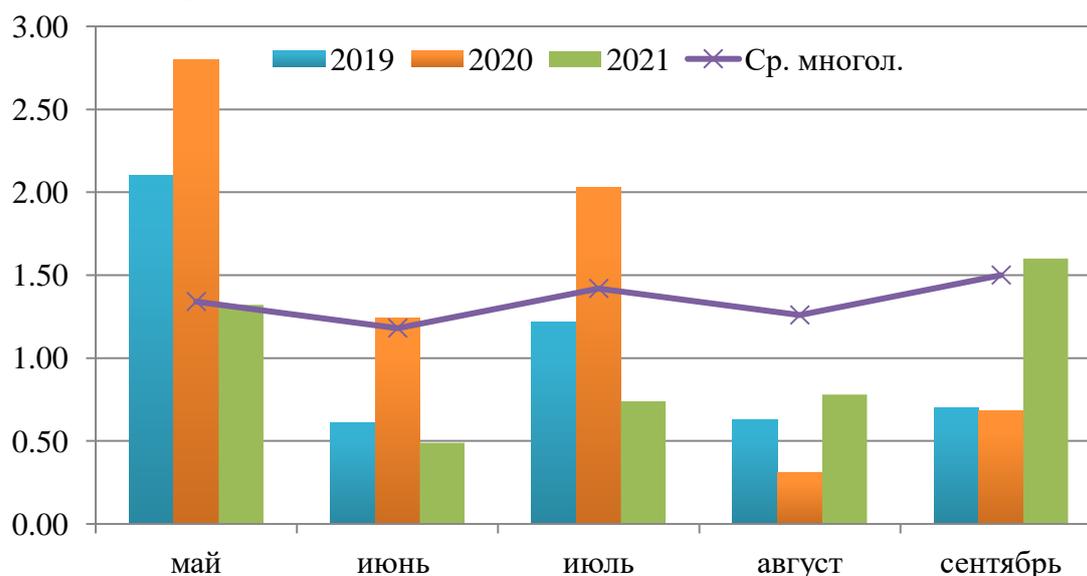


Рис. 1. Гидротермический коэффициент увлажнения Селянинова за 2019-2021 гг.

#### Результаты и их обсуждение

Новый сорт сои Орлея создан методом многократного индивидуального отбора высокопродуктивных детерминантов с ограниченным ветвлением из гибридной популяции Мезенка × Алиса (Лидер 1 × ОАК Визион). По общепринятой внутривидовой классификации сои Тепляковой Т.Е. новый сорт сои Орлея отнесён к маньчжурскому подвиду *ssp. manshurica* (Enken) Teplyak., группе разновидностей (таксонов) *convar. subvulgata* Teplyak., разновидности *var. luteola* С.О. Lehm., апробационной группе *agr. flavida* Enk. [7].

Растение имеет сильную антоциановую окраску гипокотыля, детерминантный тип развития, прямостоячую форму роста, рыжевато-коричневую окраску опушения главного стебля (в средней трети), среднюю высоту растения, пузырчатость листа от средней до сильной, заострённо-яйцевидную форму бокового листочка среднего размера, среднюю интенсивность зелёной окраски листа, фиолетовый цветок (венчик), боб с тёмной интенсивностью коричневой окраски, средние по размеру, удлинённые по форме семена жёлтой окраски семенной кожуры и рубчика, очень раннее время начала цветения (1) и раннее созревание (3). Кроме этого новый сорт имеет ограниченное ветвление (от 0 до 3 шт. боковых веточек), где в основном одна боковая веточка имеет многоплодное строение, созревая в те же сроки, что и главная ветвь, что положительно влияет на общую продуктивность растения (рис. 2).

По заключению ФГБУ «Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений» сорт Орлея явно отличается от любого другого общеизвестного сорта, соответствует требованиям однородности и стабильности.



Рис. 2 Внешний вид растений и семян сорта Орлея

По результатам конкурсного испытания, проведенного в ФНЦ ЗБК в 2019-2021 гг. сорт сои Орлея относится к группе скороспелых сортов (табл. 1). Продолжительность фаз развития растений сорта Орлея составляет: от всходов до начала цветения – 28 суток (-3 дня и -2 дня к стандартам соответственно), от всходов до полного созревания – 97 дней (-7 дней и -2 дня к стандартам соответственно).

Таблица 1

**Продолжительность вегетационного периода и фенофаз у сорта сои Орлея в сравнении со стандартами, (суток)**

Фенофазы	Орлея				Зуша				Мезенка			
	2019	2020	2021	Сред.	2019	2020	2021	Сред.	2019	2020	2021	Сред.
Всходы – начало цветения	26	28	29	28	31	31	30	31	32	29	28	30
Всходы – полное созревание	98	97	96	97	102	109	102	104	93	102	102	99

Все это повлияло и на формирование урожайности зерна у нового сорта сои Орлея (табл. 2). В среднем за 3 года изучения урожайность сорта составила 4,40 т/га, что было на 52,8% больше, чем у сорта стандарта Зуша и на 63,0% больше, чем у сорта стандарта Мезенка. Максимальная урожайность в годы исследований была отмечена в 2019 году и составила 5,36 т/га. Средняя высота растения составляет 90 см (+6 см и +2см к стандартам соответственно). Высота прикрепления нижнего боба у нового сорта составляет 12,3 см (от 11,0 до 13,7 см), тогда как у стандарта Зуша данный показатель был 10,5 см., а у сорта-стандарта Мезенка 13,7 см, что улучшает технологичность нового сорта и позволяет избежать потерь при уборке урожая. По содержанию протеина и жира в зерне новый сорт сои Орлея находится на уровне стандарта – 41,3% (-0,6% и -0,4% к стандартам соответственно) и 20,0% (-0,6% и -0,8% к стандартам соответственно).

Таблица 2

**Хозяйственно ценные признаки сорта сои Орлея**

Сорт	Урожайность зерна, т/га				Высота растений, см.	Высота прикрепления нижнего боба, см.	Содержание в зерне, %	
	2019	2020	2021	Среднее			протеина	жира
Орлея	5,36	3,33	4,50	4,40	90	12,3	41,3	20,0
Зуша (st.)	2,28	2,70	3,67	2,88	84	10,5	41,9	20,6
♀ Мезенка (st.)	2,06	2,54	3,50	2,70	88	13,7	41,7	20,8
НСР <sub>05</sub>	0,35	0,18	0,47	-	-	-	-	-

Новый сорт сои Орлея превосходил сорт стандарт по элементам структуры урожая (табл. 3). Он имел более крупные семена МТС = 167 г (+12 г и +17 г к стандартам соответственно), число бобов с растения - 45 (+13 и +17 к стандартам соответственно), число семян в бобе 3 (+ 0,5 к стандарту Зуша) и обобённость – 0,5 (+0,1 и +0,2 к стандартам соответственно).

Таблица 3

**Элементы структуры семенной продуктивности у сорта сои Орлея, среднее за 2019-2021 гг. (КСИ)**

Сорт	Число бобов на растении, шт.	Число семян в бобе, шт.	Масса 1000 семян, г	Обобённость, шт/см
Орлея	45	3,0	167,0	0,5
Зуша (st.)	32	2,5	155,0	0,4
♀ Мезенка (st.)	28	3,0	150,0	0,3

В конкурсном сортоиспытании в 2023 году новый сорт Орлея имел повышенную

В государственном сортоиспытании, проведенном в 2022-2023 гг., наибольшая урожайность по Центрально-Черноземному региону была отмечена в Липецкой области и составила 3,71 т/га, по Центральному региону – в Тульской области – 3,18 т/га.

#### Заключение

На основании проведенных исследований новый сорт сои Орлея является перспективным для возделывания в условиях Центрального и Центрально – Черноземного регионах РФ. Он имеет высокий потенциал урожайности, технологичен при уборке за счет более высокого прикрепления нижних бобов, устойчив к влиянию ряда абиотических и биотических факторов среды и имеет явные отличия от всех общеизвестных сортов.

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

#### Литература

1. Головина Е.В., Зотиков В.И. Продукционный процесс и адаптивные реакции к абиотическим факторам сортов сои северного экотипа в условиях Центрально-Черноземного региона РФ. Орел, – 2019. – 318 с.
2. Зотиков В.И., Полухин А.А., Грядунова Н.В. Развитие инновационных технологий в растениеводстве на основе селекционных достижений //Зернобобовые и крупяные культуры. – 2023; – № 2(46). С. 5-9. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-2-5-9.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами стат. обраб. исслед.: учебное пособие для агроном. спец.: 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат. – 1985. – 351 с.
4. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Общая часть: под общей ред. М.А. Федина. – М.: МСХ СССР, – 1985. – Вып.1. – 263 с.
5. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами под общ. ред. В. М. Лукомца, д-ра с.-х.// Издание 2-е перераб. и доп. Краснодар: ВНИИМК, – 2010. – 327 с.
6. Методические указания по изучению коллекции зерновых бобовых культур / Сост. Н.И. Корсаков, О.П. Адамова, В.И. Буданова и др.; ВАСХНИЛ, Всесоюз. науч.-исслед. ин-т растениеводства им. Н. И. Вавилова. - Ленинград: ВИР, – 1975. – 59 с.
7. Теплякова Т.Е. Соя // Сб.: Теоретические основы селекции. Генофонд и селекция зерновых бобовых культур (люпин, вика, соя, фасоль) / Под ред.: Б. С. Курловича и С. И. Репьева. – С-Пб.: ВИР, – 1995. – том. III. – С. 196-217.

#### References

1. Golovina E.V., Zotikov V.I. Produkcionny`j process i adaptivny`e reakcii k abioticheskim faktoram sortov soi severnogo e`kotipa v usloviyax Central`no-Chernozemnogo regiona RF. Orel, – 2019. – 318 p.
2. Zotikov V.I., Polukhin A.A., Gryadunova N.V. Razvitie innovatsionnykh tekhnologii v rastenievodstve na osnove selektsionnykh dostizhenii. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2023; no.2(46), pp.5-9. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-2-5-9.
3. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta s osnovami stat. obrab. issled.: uchebnoe posobie dlya agronom. spets.:5-e izd., dop. i pererab. – Moscow, Agropromizdat. – 1985. – 351 p.
4. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur. Obshchaya chast': pod obshchei red. M. A. Fedina. – Moscow, MSKH SSSR, 1985. - V.1. - 263 p.
5. Metodika provedeniya polevykh agrotekhnicheskikh opytov s maslichnymi kul'turami / V. M. Lukomets, D-r Agric. - 2-nd edition, Krasnodar: VNIIMK, 2010. - 327 p.
6. Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu kollektсии zernovykh bobovykh kul'tur / sostavili:. N. I. Korsakov, O. P. Adamova, V. I. Budanova et al.; VASKHNIL, Vsesoyuz. nauch.-issled. in-t rastenievodstva im. N. I. Vavilova. - Leningrad: VIR, 1975. - 59 p.
7. Teplyakova T. E. Soya // sbornik: Teoreticheskie osnovy selektsii. Genofond i selektsiya zernovykh bobovykh kul'tur (lyupin, vika, soya, fasol') / B. S. Kurlovich, S. I. Rep'ev, eds. – S-Pb.: VIR, 1995. – V. III. – Pp. 196-217.

УДК 653.652./654

## ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ СОРТА ФАСОЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ КУПАВА

**М.П. МИРОШНИКОВА**, кандидат сельскохозяйственных наук  
**О.А. ЛЕБКОВА**, старший научный сотрудник

ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

*В Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации в 2023 году включён и рекомендован для возделывания по Центрально-Чернозёмному региону новый сорт фасоли обыкновенной Купава зернового использования. Создан в ФНЦ зернобобовых и крупяных культур методом индивидуального отбора из гибридной популяции Петух (к-15347) x Армянская красная: авторское свидетельство № 84824 от 23.06.2023 г., патент № 12909 от 23.06.2023 г.[1]. Разновидность: *Compressus vinosus*. Отличительной чертой нового сорта являются крупные семена, гладкие, блестящие винно-красной окраски тонкой кожурой.*

*По морфологическим особенностям представляет собой растения детерминантного типа развития высотой 45-60 см, средней ветвистостью (2-4 штук) с высотой прикрепления нижнего боба 21-24 см. За период вегетации на растении формируется от 10 до 35 бобов, в среднем за 2019-2023 гг. – 18 бобов.*

*Фасоль Купава по годам (2019-2023) конкурсного сортоиспытания характеризовалась стабильной прибавкой урожая семян к стандарту Гелиада от 3,5 ц/га до 6,8 ц/га. Средняя урожайность семян составила 24,4 ц/га, что на 5,0 ц/га выше стандарта. Максимальная урожайность наблюдалась в 2022 году – 28,6 ц/га, что выше на 6,8 ц/га стандарта. Масса 1000 семян 598 г, больше на 195 г соответственно стандарта (403 г). Содержание сырого протеина в семенах составило 26,7% выше стандарта на 2,3%.*

*Новый сорт среднеспелый с продолжительностью вегетационного периода от 84 до 94 дней, в среднем 87 дней и созревает на 5 дней позднее стандарта. В агроценозе широкорядного способа посева не полегаёт и пригоден для уборки семян прямым комбайнированием.*

**Ключевые слова:** фасоль обыкновенная, сорт, метод создания, семенная продуктивность, урожайность, форма куста, цвет семян.

**Для цитирования:** Мирошникова М.П., Лебкова О.А. Основные показатели хозяйственно ценных признаков сорта фасоли обыкновенной Купава. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2024; 1(49):117-123. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-1-117-123

## MAIN INDICATORS OF ECONOMICALLY VALUABLE CHARACTERISTICS OF COMMON BEAN VARIETY KUPAVA

**M.P. Miroshnikova, O.A. Lebkova**

FSBSI FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS

**Abstract:** *In 2023, a new variety of common bean, Kupava, for grain use, was included in the State Register of Breeding Achievements of the Russian Federation and recommended for cultivation in the Central Black Earth Region. Created at Federal Scientific Center of Legumes and Groat Crops by individual selection from a hybrid population Petukh (k-15347) x Armyskaya krasnaya: copyright certificate no. 84824 dated 23.06.2023, patent no. 12909 dated 23.06.2023 (1).*

*Var.: Compressus vinosus. A distinctive feature of the new variety is large seeds, smooth, shiny, wine-red color, thin skin.*

*According to morphological features this is a plant of determinant type of development with a height of 45-60 cm, medium branching (2-4 pieces) with the height of the attachment of the lower bean 21-24 cm. During the vegetation period, 10 to 35 beans are formed on the plant, the average for 2019-2023 was 18 beans.*

*Bean Kupava by years (2019-2023) of competitive variety testing was characterized by a stable increase in seed yield to the standard Heliada from 3.5 c/ha to 6.8 c/ha. The average seed yield was 24.4 c/ha, which is 5.0 c/ha higher than the standard. The maximum yield was observed in 2022 - 28.6 c/ha, which is 6.8 c/ha higher than the standard. Weight of 1000 seeds is 598 g, 195 g more than the standard (403 g). The crude protein content in the seeds was 26.7% higher than the standard by 2.3%.*

*The new variety is mid-season with a growing season ranging from 84 to 94 days, an average of 87 days and ripens 5 days later than the standard. In the agrocenosis of the wide-row sowing method, it does not lodge and is suitable for harvesting seeds by direct harvesting.*

**Keywords:** common bean, variety, creation method, seed productivity, yield, bush shape, seed color.

В мировой практике культуры питания принято считать, что употребление продуктов, богатых растительным белком, полезны для здоровья и долголетия населения страны, играют важную роль в её экономическом развитии и общем уровне повышения качества жизни. Основным источником растительного белка являются зернобобовые культуры, среди которых по многообразию видов и ареалу распространения фасоль занимает лидирующие позиции. Питательная ценность плодов (зелёная лопатка) и семян фасоли с уникальным составом её белка по значимости сбалансированного питания приравнивается к белку животного происхождения [2, 3].

На обширной территории РФ в основном культивируются сорта фасоли обыкновенной овощного и зернового использования. Существенная часть площадей под культурой сосредоточена в традиционных зонах её возделывания, однако наметилась тенденция поступательного расширения посевов в северных регионах Нечерноземья; в условиях «рискованного» земледелия Южной лесостепи Западной Сибири, Дальнего Востока [4].

В структуре производства семян зернобобовых культур РФ доля фасоли очень ограничена (менее 2%) и не обеспечивает в полном объёме потребительский спрос на сырьё, как населения, так и товаропроизводителей, тогда как экспорт продукции культуры составляет 75% [5].

Увеличение валового сбора зерна фасоли обыкновенной возможно осуществить двумя путями: за счёт расширения посева под сортами отечественной селекции с высоким потенциалом продуктивности; созданием новых сортов, устойчивых к абиотическим стрессором среды, с хорошим диапазоном экологической пластичности и разработанными элементами адаптивной сортовой технологии [6, 7, 8].

#### **Материалы и методика исследований**

Исследования проводили на опытном поле селекционного севооборота ФНЦ ЗБК в конкурсном сортоиспытании лаборатории селекции зернобобовых культур (2019-2023 гг.) Предшественник – чистый пар. Почва тёмно-серая лесная, содержание гумуса в пахотном горизонте по Тюрину 4,6-5,0%, общего азота – 0,14-0,16%; подвижного фосфора (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) по Кирсанову – 10,5-12,4 мг/100 г почвы; обменного калия (K<sub>2</sub>O) по Кирсанову – 9,6-10,4 мг/100 г почвы; сумма поглощённых оснований – 22-24 мг/экв. на 100 г почвы; pH солевой вытяжки – 4,8-5,2.

Посев широкорядный (ширина междурядья 45 см) сеялкой СКС-6-10, площадь делянки 15,5-16,0 м<sup>2</sup>; размещение вариантов рендомизированное в 4-кратной повторности. Стандарт – раннеспелый сорт Гелиада. Учёт, оценки и фенологические наблюдения, отбор снопового материала для структурного анализа семян проводились по методикам Госортсети (1971) и

Б.А. Доспехов (1985). Все полученные данные обработаны с помощью программы MicrosoftOfficeExcel.

Метеоусловия по годам исследования различались по сумме активных температур и осадков (рис. 1, 2).

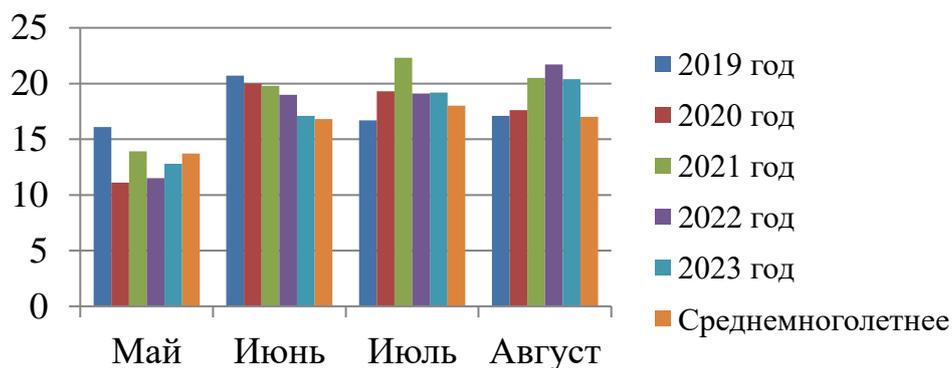


Рис. 1. Гистограмма температур за период вегетации 2019, 2020, 2021, 2022, 2023 гг.

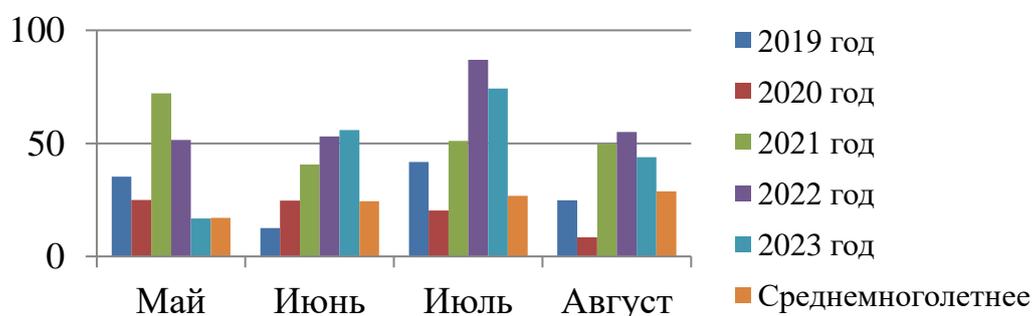


Рис. 2. Гистограмма распределения выпавших осадков за период вегетации 2019, 2020, 2021, 2022, 2023 гг.

В 2019 году посев провели 19 мая при оптимальных тёплых условиях, но избыточным увлажнением почвы (осадков выпало 352,9% декадной нормы). Последующие месяцы были жаркими и сухими, кроме III декады июля и I, II декад августа. Хозяйственная спелость семян фасоли Купава наступила 28 августа. Сумма активных температур – 2170,4°C.

В 2020 году посев провели 13 мая. Метеоусловия для роста и развития растений фасоли по вегетации оказались благоприятными в целом, лишь II и III декады мая оказались холодными и влажными (наблюдалось минимальное кратковременное снижение до 0°C). Всходы появились (позднее на 14 дней среди всех лет изучения) на 35 день, значительно увеличив продолжительность вегетационного периода. Хозяйственная спелость семян наступила 7 сентября. Сумма активных температур за вегетацию составила 2090,2°C.

В 2021 году посев провели 17 мая. Период вегетации характеризовался умеренно жаркой и сухой погодой, исключением были: II декада августа (зафиксирован максимум температуры воздуха 34,3°C, выше нормы на 3,3°C) и III декада июля (осадков выпало 162,5% к декадной норме). Хозяйственная спелость семян наступила 23 августа. Сумма активных температур за вегетацию составила 2323,4°C.

В 2022 году посев провели 17 мая, истекшая II декада мая была холоднее на 2,0°C нормы; осадков выпало 156,4% к декадной норме. II декада июля характеризовалась похолоданием (на 16°C ниже нормы и обильными осадками (170, 4% к декадной норме). Жаркая погода наступившего августа и сильные дожди июля способствовали быстрому образованию бобов на растении, их наливу в агроценозе. Хозяйственная спелость семян Купавы наступила 28 августа. Сумма активных температур за вегетацию составила 2167,7°C.

В 2023 году посев провели 10 мая. I декада мая была на 4, 5°C холоднее нормы. Осадков выпало 54,7% к декадной норме. II декада мая теплее (на 0, 8°C выше нормы) и без осадков; III декада оказалась холоднее на 0,5°C нормы со слабым увлажнением почвы

Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» № 1 (49) 2024 г. (осадков выпало 50,6% к декадной норме. Июнь также оказался прохладным и сухим, только истекающая III декада ознаменовалась обильными дождями (осадков выпало 165,2% к декадной норме), которые продолжились в III декаде июля (осадков выпало 203,6% декадной нормы). Август был тёплым по всем 3 декадам: I – на 2,5°C выше нормы; II – на 2,4°C выше нормы; III – на 0,9°C выше нормы с недостаточным увлажнением пахотного горизонта. Хозяйственная спелость семян наступила 28 августа. Сумма активных температур за вегетацию составила 2238,9°C.

### Результаты и обсуждение

Сорт Купава относится к разновидности *Compressus vinosus* и представляет собой куст высотой 45-60 см с утолщённым центральным стеблем, ограниченным цветочной кистью. Растение формирует от 2 до 4 дополнительных боковых ветвей с компактной генеративной зоной (рис. 3).



Рис. 3. Растение нового сорта Купава

Стебель прямостоячий, зелёного цвета, расположение боковых ветвей уплотнённое. Формирует от 4 до 8 продуктивных узлов. Цветки от бледно-розовых до розовых, средней величины. Листья тройчатые, цельнокрайные от треугольной до яйцевидной формы, средние, интенсивно зелёного цвета.

Боб луцильного типа грубоволокнистый с сильным пергаментным слоем, длиной 11-14 см с заострённой верхушкой, среднее число бобов на растении 10-18, максимальное – 35, хорошо выполнены, число семян в бобе от 3 до 5 штук



Рис. 4. Бобы сортов Гелиада (st) и Купава

Семена гладкие, блестящие почковидной формы, масса 1000 семян от 510 до 640 г. Окраска кожуры винно-красная, семенной рубчик простой, эллиптической формы, белого цвета.



Рис. 5. Семена сортов Гелиада (st) и Купава

Фасоль Купава относится к группе среднеспелых сортов (табл. 1).

Таблица 1

**Продолжительность периода вегетации и его фенофаз сорта Купава за годы конкурсного сортоиспытания (КСИ)**

Показатели	Новый сорт Купава					Среднее	Стандарт Гелиада					Среднее
	2019	2020	2021	2022	2023		2019	2020	2021	2022	2023	
Период вегетации, дней	85	88	89	84	94	87	79	80	84	81	90	82
От полных всходов до полного цветения, дней	32	38	40	35	41	37	30	32	34	31	43	34
От полного цветения дохоз. спелости, дней	53	50	44	49	56	50	49	48	50	50	48	49
От начала цветения до конца цветения, дней	15	24	21	10	12	16	10	16	10	8	12	11

Продолжительность вегетационного периода сорта Купава по годам изучения изменялась от 84 дней до 94 дней и в среднем составила 87 дней. Хозяйственная спелость семян стандарта наступила на 5 дней раньше, чем у Купавы.

В общем агроценозе растения фасоли Купава имели различия по росту и развитию со стандартом. Продолжительность фенофаз от полных всходов до полного цветения была больше на 3 дня, чем у Гелиады и в среднем составила 37 дней.

Продолжительность фенофазы от начала цветения до полного цветения по годам варьировала от 10 дней до 24 дней, в среднем составила 16 дней, на 5 дней больше стандарта. Увеличение по вегетации цветения положительно повлияло как на формирование числа продуктивных узлов на растении и числа бобов на них, так и на общую семенную продуктивность (табл. 2).

**Структурный анализ семенной продуктивности сорта фасоли Купава (КСИ, ср. 2019-2023 гг.)**

Сорт	Количество, штук					Масса, г	
	продуктивных узлов на растении	бобов на растении	бобов на 1 продукт.узел	семян с растения	семян в бобе	семян с растения	1000 семян
Купава	6	18	3,00	48	2,67	28,70	598
Гелиада, St	5	15	3,00	40	2,67	16,10	403

По результатам анализа у фасоли Купава наблюдалось превышение по признакам: число бобов на растении – 18 штук, число семян с растения – 48 штук, масса семян с растения – 28,70 г. По массе 1000 семян новый сорт превысил стандарт на 195 грамм и составил 598 г. По годам конкурсного сортоиспытания характеризовалась стабильной прибавкой урожая к стандарту – от 3,5 до 6,8 ц/га. Средняя урожайность семян составила 24,4 ц/га, максимальная – 28,6 ц/га. Содержание сырого протеина в семенах 26,7% (табл. 3).

Таблица 3

**Урожайность семян и содержание сырого протеина в них (КСИ, ср. 2019-2023)**

Сорт	Урожайность семян по годам, ц/га						Содержание сырого протеина, %
	2019	2020	2021	2022	2023	среднее	
Купава	21,0	28,5	24,8	28,6	19,3	24,4	26,7
Гелиада, st	17,0	22,4	19,8	21,8	15,8	19,4	24,4
НСР <sub>05</sub>	4,3	4,6	3,6	1,7	0,8	–	–

В агроценозе не полегаёт и пригоден для уборки прямым комбайнированием, имеет высокое прикрепление нижнего боба (табл. 4).

Таблица 4

**Показатели высокой технологичности сорта Купава (КСИ, ср. 2019-2023 гг.)**

Сорт	Форма куста, характер ветвления	Высота прикрепления нижнего боба, см	Длина, см			Устойчивость к полеганию, балл
			растения	от корневой шейки до 1-го узла	боба	
Купава	компактный куст	21	50	2,5	14	5,0
Гелиада, st	компактный куст	17	45	2,3	11	4,0

**Заключение**

Для расширения набора зернобобовых культур продовольственного назначения и увеличения посевных площадей по Центрально-Чернозёмному региону, в т.ч. в Орловской области создан в Федеральном научном центре зернобобовых и крупяных культур и внесён в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию новый сорт фасоли Купава зернового использования.

Фасоль Купава представляет практический интерес для отечественных товаропроизводителей, поскольку имеет высокий потенциал семенной продуктивности: число бобов на растении от 18 штук, семян с растения – от 48 штук; масса семян с растения превысила стандарт на 12,6 грамм. По урожаю семян сорт, в среднем, имел стабильную прибавку от 3,5 ц/га до 6,8 ц/га к стандарту по всем годам исследования конкурсного сортоиспытания.

Относится к группе среднеспелых сортов, содержание сырого протеина в семенах высокое – 26,7%. Вкусовые качества хорошие, пригоден к промышленной переработке семян и уборке прямым комбайнированием.

#### Литература

1. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», – 2023. – 630 с.
2. Вишнякова М.А. Роль генофонда зернобобовых культур в решении актуальных задач селекции, растениеводства и повышения качества жизни. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – СПб.: ВИР, – 2007. – № 2. – С. 101-118.
3. Деревщюков С.Н. История и результаты селекции фасоли овощной на Воронежской овощной опытной станции. // Овощи России. – 2013. – № 1(18). – С. 55-59.
4. Казыдуб Н.Г. Селекция и семеноводство фасоли в условиях южной лесостепи Западной Сибири: автореф. дисс. доктора.... наук.–Тюмень, – 2013. – 35 с.
5. Зотиков В.И. Отечественная селекция зернобобовых и крупяных культур. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. –№ 3 (35). – С. 12-19. DOI:1024411/2309-348X-2020-11179.
6. Мирошникова М.П., Задорин А.М. Изучение коллекции фасоли обыкновенной с целью создания перспективных форм зернового использования. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2017. – № 4 (24). – С. 63-67.
7. Лебкова О.А. Параметры экологической пластичности фасоли обыкновенной зернового типа в условиях Орловской области. //Зернобобовые и крупяные культуры. – 2022. – № 3(43). – С. 33-40. DOI:1024412/2309-348X-2022-3-33-40.
8. Якубенко О.Е. Разработка элементов сортовой технологии и оценка коллекции овощной фасоли в условиях лесостепи Приобья: дисс. канд... наук.–Новосибирск, – 2021. – 142 с.

#### References

1. State register of breeding achievements approved for use.- Moscow, 2023.- 630 p.
2. Vishnyakova M.A. The role of the gene pool of leguminous crops in solving current problems of breeding, crop production and improving the quality of life / *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii*.-SPb.: VIR, 2007.-no. 2.-Pp. 101-118.
3. Derevshchuykov S.N. History and results of breeding of vegetable beans at the Voronezh vegetable experimental station // *Ovoshchi Rossii*.-2013.-no. 1(18).-Pp. 55-59.
4. Kazydub N.G. Breeding and seed production of beans in the southern forest-steppe of Western Siberia: abstract. dissertation Doctor of Agricultural Sciences.-Tyumen', 2013.-35 p.
5. Zotikov V.I. Domestic breeding of leguminous and cereal crops // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*.-2020.- no. 3(35).-Pp. 12-19. DOI:1024411/2309-348X-2020-11179.
6. Miroshnikova M.P., Zadorin A.M. Studying a collection of common beans in order to create promising forms of grain use // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*.-2017.-no. 4(24).-Pp. 63-67.
7. Lebkova O.A. Parameters of ecological plasticity of common beans of grain type in the conditions of the Oryol region // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*.-2022.-no. 3(43).-Pp. 33-40. DOI:1024412/2309-348X-2022-3-33-40.
8. Yakubenko O.E. Development of elements of varietal technology and assessment of a collection of vegetable beans in the forest-steppe conditions of the Ob region: PhD thesis.-Novosibirsk, 2021.- 142 p.

УДК 633.17:631.527:631.524.86

## САРАТОВСКОЕ 15 И САРДАР – НОВЫЕ СОРТА ПРОСА ПОСЕВНОГО

**Н.П. ТИХОНОВ**, кандидат сельскохозяйственных наук

**Т.В. ТИХОНОВА**, E-mail: Mozlovva@ya.ru

ФГБНУ «ФАНЦ ЮГО-ВОСТОКА»

*В статье кратко изложены результаты создания и изучения новых сортов проса – краснозёрного Саратовское 15 и жёлтозёрного – Сардар. По результатам государственного сортоиспытания (2021-2022 гг.) они внесены в Государственный реестр селекционных достижений и рекомендованы к возделыванию с 2023 года: Саратовское 15 – в Уральском, Сардар – в Центрально-Чернозёмном и Средневолжском регионах РФ. Новые генотипы характеризуются среднеспелостью, высокой адаптивностью, урожайностью, крупным зерном с высоким содержанием каротиноидных пигментов, устойчивостью к большинству рас возбудителя головни и высокой устойчивостью к меланозу. Морфологические особенности растений Саратовского 15 и Сардара соответствуют биотипу с максимально выраженной адаптацией к условиям континентального засушливого климата: метёлки сжатые, средне рыхлые, слабо- и/или средне поникающие (в зависимости от продуктивности в конкретных условиях), без антоциановой пигментации.*

*Генотипические особенности сортов: Саратовское 15 – формирует крупное зерно округлой формы с интенсивно жёлтым ядром и высоким содержанием каротиноидных пигментов, что является весьма ценным свойством для производства высококачественной крупы; – устойчивость к возбудителю головни у растений контролируется сцепленными генами резистентности *Sp1,4* и «свободным» геном *Sp2*.*

*Сардар – имеет сравнительно крупное зерно жёлтой окраски с высоким содержанием каротиноидов; – устойчивость к 15 расам возбудителя головни (из 17 идентифицированных) контролируют тесно сцепленные гены *Sp1,4*.*

**Ключевые слова:** просо посевное, селекция, сорт, адаптивность, урожайность, качество зерна, устойчивость, гены, головня, меланоз.

**Для цитирования:** Тихонов Н.П., Тихонова Т.В. Саратовское 15 и Сардар – новые сорта проса посевного. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2024; 1(49):124-131. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-1-124-131

## SARATOVSKOYE 15 AND SARDAR - NEW VARIETIES OF COMMON MILLET

**N.P. Tikhonov, T.V. Tikhonova**

FSBSI FEDERAL CENTER OF AGRICULTURE RESEARCH OF THE SOUTH- EAST REGION

**Abstract:** *The article briefly summarizes the results of the creation and study of new varieties of millet – red grain Saratovskoe 15 and yellow grain millet - Sardar. Based on the results of state variety testing (2021-2022), they are included in the State Register of Breeding Achievements and are recommended for cultivation from 2023: Saratovskoe 15 - in the Ural region, Sardar – in the Central Black Earth and Middle Volga regions of the Russian Federation. The new genotypes are characterized by mid-ripening, high adaptability, productivity, large grains with a high content of carotenoid pigments, resistance to most races of the smut pathogen and high resistance to melanosis. The morphological features of Saratovskoe 15 and Sardar plants correspond to a biotype with the most pronounced adaptation to the conditions of a continental arid climate: panicles are compressed, moderately loose, slightly and/or moderately drooping (depending on productivity in specific conditions), without anthocyanin pigmentation.*

*Genotypic features of the varieties: **Saratovskoe 15** – forms large, round-shaped grains with an intensely yellow kernel and a high content of carotenoid pigments, which is a very valuable property for the production of high-quality cereals; – resistance to the smut pathogen in plants is controlled by linked resistance genes *Sp1,4* and the “free” gene *Sp2*.*

***Sardar** – has a relatively large grain of yellow color with a high content of carotenoids; – resistance to 15 races of the smut pathogen (out of 17 identified) is controlled by closely linked *Sp1,4* genes.*

**Keywords:** common millet, breeding, variety, adaptability, yield, grain quality, resistance, genes, smut, melanosis.

В марте 2021 года 75-я сессия Генеральной Ассамблеи ООН провозгласила 2023 г. Международным годом проса («МППГ-2023») [1]. При этом следует иметь в виду, что название «просо» объединяет обширную группу разнообразных мелкосемянных зерновых культур (“Millets”), относящихся к разным видам, родам и трибам семейства злаков и до настоящего времени обеспечивающих относительное продовольственное благополучие многих стран и народов земного шара. Цель данного решения – повысить осведомлённость населения планеты о ценных питательных свойствах просовидных культур, которые зачастую выращиваются в самых неблагоприятных и изменчивых климатических условиях.

Для российских селекционеров, работающих с просом посевным, это решение, безусловно, имеет обнадеживающее значение, поскольку ценная продовольственная и кормовая культура, площади под которой продолжают сокращаться, заслуживает более пристального внимания со стороны государства. Случилось хорошее совпадение: в год «МППГ-23» в Госреестр селекционных достижений России внесены и рекомендованы к возделыванию 4 новых сорта проса посевного, в том числе два - селекции ФАНЦ Юго-Востока» (г. Саратов) – краснозёрное Саратовское 15 и жёлтозёрное Сардар. Авторы сортов и данной публикации надеются, что новые генотипы будут оценены и займут свою нишу на полях фермеров и других хозяйственников, поскольку обладают многими ценными признаками – урожайностью, «широкой» адаптивностью (включая жаро- и засухоустойчивость), среднеспелостью, крупнозёрностью в сочетании с высокой устойчивостью к меланозу зерна, отзывчивостью на благоприятные условия, стабильно хорошим качеством зерна (включая высокое содержание каротиноидов) и др. Для специалистов работающих с просом (селекционеров, генетиков, фитоиммунологов и др.), подчеркнём важную особенность новых сортов: у Сардара устойчивость к 15 расам возбудителя головки (из 17 идентифицированных) контролируется двумя тесно сцепленными генами *Sp1,4*; у Саратовского 15 признак сложнее – порядка 60-70% растений обладают сцепленными генами *Sp1,4* и 30-40% – геном *Sp2*.

**Цель исследования** – характеристика новых сортов проса – краснозёрного Саратовского 15 и жёлтозёрного Сардара – по генетически обусловленному комплексу хозяйственно ценных признаков, включая продуктивность растений, качество зерна и устойчивость к наиболее вредоносным болезням.

#### **Материал и методы исследования**

Исследования выполнены на полях селекционного севооборота ФАНЦ Юго-Востока. Почвы – южные чернозёмы, содержащие 3,0-3,5% гумуса (в пахотном слое), подвижного фосфора – около 6,0 мг/100 г почвы, калия – порядка 25 мг/100 г почвы. Реакция почвы близка к нейтральной (рН = 5,6-6,5).

Основной метод селекционной работы по просу посевному – внутривидовая сложная ступенчатая гибридизация, важнейшим звеном которой является подбор и скрещивание соответствующих доноров хозяйственно ценных признаков, определяющих, в конечном итоге, качество гибридного материала и особенности производных от него новых сортов, включая урожай зерна в сочетании с адаптивностью, устойчивостью к головне, меланозу, желтизну ядра и содержание каротиноидных пигментов [2, 3, 4, 5, 6].

### Результаты и обсуждение

Селекционная работа по просу посевному в ФАНЦ Юго-Востока имеет ряд особенностей, обусловленных, прежде всего, климатическими условиями. Первая из них: при создании нового гибридного материала и, естественно, новых сортов, в подавляющем большинстве донорами комплекса важнейших признаков являются сортообразцы и гибриды собственной селекции (в большинстве своём – хорошо изученные), сочетающие максимально выраженные характеристики по всем признакам, включая адаптированность к гидротермическим условиям основных зон возделывания проса в России, продуктивность, качество зерна и устойчивость к болезням. Однако, при создании новых сортов – Сардара и Саратовского 15 – отцовскими формами были выбраны сортообразцы из селекционного питомника 1-го года, получившие предварительные хорошие оценки, включая идентификацию по Sp-генам. В обоих случаях такой выбор оказался эффективным. Вторая особенность селекции представляет собой самую сложную проблему – выявление у исследуемых сортообразцов **высокой продуктивности в сочетании с высокой адаптивностью** [6]. В череде лет с различными гидротермическими комбинациями (засуха – относительно благоприятные условия – засушливо-благоприятные и др.) зачастую формируется «селекционный газон»: во время засухи выделяются наиболее адаптированные – (т.е. засухо- и жаростойкие), но в большинстве своём – средне продуктивные генотипы; в относительно благоприятных условиях в отбор «лучших» попадают наиболее продуктивные генотипы, большинство из которых будет забраковано из-за недостаточной адаптивности в последующие годы. В таких условиях проблема выделения наиболее перспективных генотипов, сочетающих продуктивность, адаптивность, качество зерна и устойчивость к патогенам, требует опыта и немалых усилий. В новых сортах проса Сардаре и Саратовском 15 – перечисленные компоненты, по мнению авторов, в достаточной степени реализованы.

Имеет место ещё одна особенность селекции проса посевного в условиях Саратова, которая заключается в строгом следовании – от «начала и до конца» – генетико-иммунологическим основам создания сортов, устойчивых к головне [2, 5]. Гибридные комбинации осуществляются с учётом генотипических особенностей родительских форм, включая окраску зерна (в большинстве скрещиваний в качестве материнских форм берутся краснозёрные сортообразцы как наиболее засухоустойчивые, а отцовскими формами служат жёлтозёрные генотипы, что позволяет контролировать практически 100%-ную гибридность в F<sub>1</sub>) и результаты предварительных исследований по устойчивости к головне (отсутствуют или имеются конкретные Sp-гены). Начиная с отборов из гибридных популяций, прошедших оценку по комплексу признаков и включенных в СП-1 и в последующие селекционные питомники, индивидуальные генотипы проходят идентификацию на расоспецифических головнёвых фонах, что позволяет в большинстве случаев иметь отчётливую информацию о наличии Sp-генов и их состоянии (гомо- или гетерозиготы) [2, 5].

### Сорт Саратовское 15

Код сорта: 7953858. Саратовское 15 в 2018-2020 г. успешно прошло конкурсное испытание, в 2021-2022 г. – государственное сортоиспытание на сортоучастках 5, 7, 8 и 9 регионов России. С 2023 г. Саратовское 15 внесено в Госреестр селекционных достижений и рекомендовано к возделыванию в Уральском регионе. Авторы сорта: Н.П. Тихонов и Т.В. Тихонова.

**Морфологические особенности:** разновидность – сангвинеум (*v. sanguineum* Alef.): метёлка сжатая, средне рыхлая, слабо- или средне поникающая (в зависимости от урожая), средней длины (20-23 см.) и плотности, без антоциановой пигментации. Веточки метёлки слабо раскинуты относительно её оси (преимущественно в нижней части). Колоски округлой формы, однозёрные, средне раскрывающиеся (во время цветения).

Зерно имеет красную окраску. Относительно крупное (8,8-9,8 г), округлой формы, с ядром жёлтой или интенсивно-жёлтой окраски. Растения средней высоты. Стебель прочный, средней длины и толщины, среднеопушённый. Листья слабоопушённые, удлинённо-ланцетной формы, средней длины и ширины.

**Генетические особенности:** Саратовское 15 создан индивидуальным отбором из гибридной популяции F<sub>3</sub> Сангвинеум (У-2) 187-10 / Сангвинеум (У1,4) 2497/4-10. Материнской формой был использован среднеспелый краснозёрный сортообразец из СП-2 с хорошими данными по качеству зерна, адаптированный к местным климатическим условиям (включая острую и продолжительную засуху 2010 г.), высокоустойчивый к меланозу и моногенной (Sp 2) резистентностью к 10 расам возбудителя головни. Отцовской формой был выбран среднеспелый краснозёрный сортообразец из СП-1 с комплексом ценных признаков, включая иммунитет к 15 расам возбудителя головни (контролируется сцепленными генами Sp1,4) и относительно высокую устойчивость к меланозу.

Сорт относится к среднеспелым генотипам (вегетационный период 88-96 сут. – вымётывание и созревание в условиях Саратова происходят на 2-4 дня раньше Золотистого) и принадлежит к степной поволжской экологической группе. Растения Саратовского 15 устойчивы к полеганию. За время изучения проявил хорошую адаптированность к засушливым условиям и одновременно отзывчив на благоприятные факторы, включая реализацию осадков второй половины лета. Реакция нового сорта на длительную засуху по типу 2010 г пока неизвестна.

**Основные достоинства:** – сорт имеет хорошее сочетание генетико-биохимических и технологических характеристик, включая крупное, выравненное зерно, устойчивость к меланозу, высокое содержание каротиноидных пигментов, обуславливающих стабильно «янтарную» желтизну и стекловидность ядра и пшена, что и обуславливает его потребительскую ценность – включая ярко-жёлтую, рассыпчатую и вкусную кашу (таблицы 1 и 2); - обладает тремя эффективными генами резистентности к возбудителю головни – двумя тесно сцепленными Sp 1,4 и «одиноким» Sp 2, что необходимо учитывать при использовании Саратовского 15 в гибридизации (табл. 3).

На протяжении селекционного и семеноводческого процессов в Институте в тепличных и полевых условиях осуществляется оценка и контроль устойчивости к соответствующим расам возбудителя головни (табл. 3). Первичное семеноводство нового сорта ведётся в лаборатории селекции и семеноводства проса ФАНЦ Юго-Востока.

**Урожайность.** За годы КСИ Саратовское 15 по всем биологическим и агрономическим признакам, включая продуктивность растений, имеет хорошие результаты (табл. 1). Максимальный урожай зерна в государственном сортоиспытании составил 52,2 ц/га (при 50,2 ц/га у стандарта) в условиях Белгородской области. На сортоучастках Нижневолжского региона статистически значимого превышения над стандартами не показал. Лучшие результаты государственного сортоиспытания получены в условиях Уральского региона, где Саратовское 15 и рекомендовано к возделыванию. По срокам вымётывания и созревания новый сорт занимает среднее положение между широко распространёнными Золотистым и Саратовским жёлтым, при этом обладает высокой урожайностью и является лидером по качеству зерна (табл. 1).

**Качество зерна.** Практически по всем признакам, характеризующим качество зерна проса, Саратовское 15 при сравнении с сортами-стандартами (Саратовским 10 и Золотистым), имеет преимущество, особенно по желтизне ядра и каротиноидам (табл. 1). Саратовское 15 способен формировать высоконатурное, крупное зерно округлой формы (8,8...9,4 г.) с прочным стекловидным ядром, что соответствует требованиям перерабатывающей промышленности. По плёнчатости, прочности ядра, разваримости пшена, цвету и вкусу каши Саратовское 15 равноценен лучшим предшествующим сортам проса селекции Института или превосходит их (табл. 2).

Таблица 1

**Основные характеристики сортов проса посевного селекции ФАНЦ Юго-Востока  
(средние значения КСИ за 2018-2023 гг.)**

Сорт проса	Вегетац. период, сут (средний; min; max)	Урожай зерна, ц/га (средний; min; max)	Масса 1000 зёрен, г	Желтизна ядра, балл	Содержание каротиноидов (мг/кг) **	Поражение меланозом, % ***
<b>Краснозёрные сорта</b>						
<i>Саратовское 853*</i>	<b>89</b> (82...93)	<b>14,6</b> (9,7...21,8)	<b>8,1</b>	<b>3,0</b>	<b>10,0</b>	<b>1,9</b>
<b>Саратовское 10</b> (стандарт)	<b>93</b> (85...97)	<b>18,2</b> (13,1 ...26,0)	<b>8,7</b>	<b>3,7</b>	<b>10,8</b>	<b>1,2</b>
<b>Саратовское 15</b>	<b>94</b> (87...98)	<b>20,2</b> (14,4...29,0)	<b>9,2</b>	<b>5,0</b>	<b>12,3</b>	<b>0,9</b>
<b>Жёлтозёрные сорта</b>						
<b>Золотистое</b> (стандарт)	<b>97</b> (90...102)	<b>18,7</b> (12,0...28,4)	<b>8,8</b>	<b>3,6</b>	<b>10,9</b>	<b>0,5</b>
<b>Сардар</b>	<b>96</b> (89...102)	<b>20,1</b> (14,1...29,2)	<b>9,0</b>	<b>3,9</b>	<b>11,3</b>	<b>0,4</b>
Саратовское жёлтое	<b>93</b> (85...96)	<b>18,8</b> (13,4...27,4)	<b>8,6</b>	<b>3,8</b>	<b>10,8</b>	<b>0,4</b>
<b>Сарбин***</b>	<b>90</b> (83...92)	<b>18,3</b> (13,3...26,4)	<b>8,8</b>	<b>3,8</b>	<b>10,5</b>	<b>1,0</b>
НСР 0,05		<b>1,9</b> (1,2...2,6)	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>	<b>0,6</b>	<b>0,3</b>

**Примечания:** \* – первый сорт саратовской селекции (был районирован с 1933 г и занимал в СССР свыше 70% посевных площадей под культурой), обладает уникальной адаптивностью и служит «контрольным уровнем» по всем признакам; \*\* – средние результаты по каротиноидам за 2018-2022 г.; \*\*\* – доля меланозных ядер (включая фракции слабо-, средне- и сильно испорченные).

Таблица 2

**Результаты технологической и органолептической оценки сортов проса посевного  
(ФАНЦ Юго-Востока, средние данные за 2021-2022 гг.)**

Сорт проса	Технологические характеристики			Органолептические характеристики	
	Выход пшена, %	Плёнчатость, %	Мучель, %	Вкус каши, балл	Желтизна каши, балл
Саратовское 853* (стандарт)	78,3	20,8	0,9	3,0	3,0
Саратовское 10	79,4	19,8	0,8	4,2	4,0
Саратовское 15	78,9	20,4	0,7	4,2	4,0
Сангвинеум 7-22	79,0	20,1	0,8	4,1	3,8
Золотистое	78,6	20,4	0,9	4,1	3,8
Сардар	78,5	20,7	0,8	4,0	3,9
Саратовское жёлтое	79,6	19,5	0,9	4,1	3,8
Сарбин***	77,2	22,0	0,8	3,8	3,6
У2С 14-22	77,5	21,6	0,9	4,1	3,8
НСР <sub>05</sub>	2,7	1,5	0,2	0,4	0,3

**Устойчивость к меланозу.** Меланоз (подплёночное поражение зерна проса) – достаточно вредоносная болезнь культуры, имеющая сложную этиологию. С одной стороны, очевидны сортоспецифические (т.е. генетически контролируемые) различия по степени восприимчивости к патогенной микрофлоре, что особенно «рельефно» видно в годы со средней и, тем более, с высокой вредоносностью болезни [3]. С другой – сильная зависимость степени проявления меланоза от климатических факторов (осадков, температуры, росы, численности насекомых – переносчиков патогенных микроорганизмов и др.) при «сохранении» генотипических различий [3]. Поэтому создание сортов с минимальной восприимчивостью к меланозу – фактически единственный путь защиты зерна

Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» № 1 (49) 2024 г.  
 проса продовольственного назначения от меланоза, требующий знаний, личного опыта и времени. В этом отношении сорт Саратовское 15, по имеющимся данным, относится к генотипам, сочетающим крупнозёрность с достаточно высокой устойчивостью к меланозу.

Таблица 3

**Результаты идентификации некоторых сортов проса по устойчивости к головне (теплица; февраль-май 2023 г.)**

(Методика идентификации сортообразцов проса посевного по устойчивости к головне: Н.П. Тихонов, 2006 г.[2]; Н.П. Тихонов и др., 2018 [5])

Сорт проса	Результаты заражения сортов тест-расами возбудителя головни:						Генотип по устойчивости к головне
	1	2	6А	8	3	12	
<b>Краснозёрные генотипы</b>							
Саратовское 853	75,7	85,7	88,2	81,8	88,9	70,6	H*
Россиянка	<u>5,3</u>	82,6	0,0**	5,6	89,3	88,5	Sp1
Сангвинеум 2-23	0,0	<u>3,8</u>	3,3**	0,0	96,2	79,3	Sp1,4
Сангвинеум 5-23	0,0	<u>5,9</u>	0,0**	0,0	90,6	77,9	Sp1,4
Сангвинеум 9-23	0,0	0,0	0,0	0,0	96,1	77,9	Sp 2
Саратовское10	<u>6,2</u>	0,0	0,0	33,3*	91,7	0,0	Sp2
<b>Саратовское 15</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>7,4</b>	<b>93,1</b>	<b>39,5</b>	<b>Sp1,4 + Sp2***</b>
Квартет****	12,5	21,0	13,0**	8,0	86,2	53,3	Sp1+ Sp+ Sp3+ Sp4
<b>Жёлтозёрные генотипы</b>							
Золотистое	78,9	91,4	85,0	91,7	96,0	90,9	H
<b>Сардар</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0**</b>	<b><u>5,0</u></b>	<b>100,0</b>	<b>91,7</b>	<b>Sp1,4</b>
Сарат. жёлтое	0,0	0,0	0,0	33,3	92,0	<u>5,9</u>	Sp 2
Субауреум 15-23	0,0	0,0	0,0	14,3	94,3	0,0	Sp 2
Сарбин	0,0	73,5	0,0	<u>5,9</u>	0,0	85,2	Sp 1,3
Субауреум 20-23	0,0	90,9	0,0	<u>3,7</u>	0,0	87,2	Sp 1,3

**Примечания:** \* – H: неустойчивый к патогену («универсально восприимчивый» - т.е. без эффективных Sp-генов); \*\* – поражение сортообразцов с геном Sp2 расой 8 в теплице слабее, чем в полевых условиях; \*\*\* – сорт – относительно «стабильная» гетерозигота (установлено путём идентификации индивидуальных растений) со времени индивидуального отбора из гибридной популяции; \*\*\*\* – в состав сорта Квартет входят 4 линии-аналога, имеющие один из генов резистентности Sp1 ... Sp4, чем и обусловлены различия реакций на заражение тест-расами головни; подчёркнутые цифры: слабое поражение тест-расами возбудителя головни обусловлено засорением сортообразцов (наличием примесей с идентичной окраской зерна).

**Сорт Сардар**

Код сорта: 7953857. С 2023 г. сорт проса Сардар по результатам государственного сортоиспытания (2021-2022 гг.) внесён в Госреестр селекционных достижений и рекомендован к возделыванию в Центрально-Чернозёмном и Средневолжском регионах России.

Авторы: Н.П. Тихонов и Т.В. Тихонова.

**Морфологические особенности:** разновидность – ауреум (v. aureum Alef.): метёлка сжатая, среднерыхлая, слабо- или среднепоникающая (в зависимости от урожая), средней длины (20-23 см.) и плотности, без антоциановой пигментации. Веточки метёлки слабо раскинуты относительно её оси (преимущественно в нижней части). Колоски округлой формы, однозёрные, средне раскрывающиеся (во время цветения).

Зерно имеет жёлтую окраску. Относительно крупное (8,7-9,8 г), округлой формы, с ядром жёлтой или интенсивно-жёлтой окраски. Растения средней высоты. Стебель прочный, средней длины и толщины, среднеопушённый. Листья слабоопушённые, удлинённо-ланцетной формы, средней длины и ширины.

**Генетические особенности:** сорт создан индивидуальным отбором из гибридной популяции F<sub>3</sub> Ауреум 9-07 / Сангвинеум (У1,4) 2279/4-07. В качестве материнской формы использован жёлтозёрный среднеспелый сортообразец из конкурсного сортоиспытания с комплексом ценных признаков, но восприимчивый ко всем идентифицированным расам возбудителя головни. Отцовской формой был выбран среднеспелый краснозёрный сортообразец из СП-1, сочетающий иммунитет к 15 расам возбудителя головни (контролируется сцепленными генами Sp1,4) с относительно высокой устойчивостью к меланозу и хорошим качеством зерна.

Сорт среднеспелый, вегетационный период за годы КСИ – 89-102 суток. Вымётывание и созревание в условиях Саратова происходят либо одновременно с Золотистым, либо на сутки раньше, принадлежит к степной поволжской экологической группе. Растения устойчивы к полеганию. За время изучения у нового сорта выявлена хорошая адаптированность к засушливым условиям с одновременной отзывчивостью на благоприятные факторы, включая реализацию осадков второй половины лета. Реакция нового сорта на длительную засуху по типу 2010 г пока неизвестна. Максимальный урожай зерна в годы ГСИ составил 57,0 ц/га (при 50,2 ц/га у стандарта) в условиях Белгородской области. Рекомендован к возделыванию в Центрально-Чернозёмном и Средневолжском регионах.

**Основные достоинства сорта** – имеет хорошее сочетание генетико-биохимических и технологических характеристик, включая крупное, выравненное зерно, устойчивость к меланозу, высокое содержание каротиноидных пигментов, обуславливающих хорошую желтизну и стекловидность ядра и пшена, ярко-жёлтую, рассыпчатую и вкусную кашу (таблицы 1, 2); – обладает двумя тесно сцепленными эффективными генами резистентности к возбудителю головни (Sp 1,4), контролирующими устойчивость к 15 расам (1, 2, 2Н, 4, 4А, 5, 5А, 6, 6А, 7, 7А, 8, 9, 10, 11) из 17 идентифицированных (табл. 3).

На протяжении селекционного и семеноводческого процессов в Институте в тепличных и полевых условиях осуществляется оценка и контроль устойчивости к соответствующим расам возбудителя головни (табл. 3). Первичное семеноводство нового сорта ведётся в лаборатории селекции и семеноводства проса

**Урожайность.** За годы КСИ и ГСИ Сардар по всем биологическим и агрономическим признакам, включая продуктивность растений, имеет хорошие результаты (табл. 1). Однако максимальные продукционные возможности растений Сардара, по мнению авторов сорта и данной статьи, пока остаются не выявленными, поскольку нет результатов изучения сорта в максимально благоприятных условиях.

**Качество зерна.** Практически по всем признакам, характеризующим качество зерна проса, Сардар на фоне сортов-стандартов (Саратовского 10 и Золотистого) относится к числу лучших генотипов и уступает по желтизне ядра и каротиноидам только Саратовскому 15 (табл. 1). Сардар способен формировать высоко натурное, крупное зерно округлой формы (8,7...9,8 г.), имеет прочное стекловидное ядро, что соответствует требованиям перерабатывающей промышленности. По плёнчатости, прочности ядра, разваримости пшена, цвету и вкусу каши Сардар равноценен лучшим предшествующим сортам проса селекции Института (табл. 2).

### Заключение

В условиях сильно варьирующих климатических факторов, нестабильного финансирования, неустойчивых экономических интересов производителей с.-х. продукции (посевные площади под просом посевным находятся на критическом минимуме) и другим причинам у селекционеров имеется только одна возможность поддержать ценную крупяную культуру – создание новых сортов проса с хорошо выраженными хозяйственно полезными свойствами. Новые сорта проса – жёлтозёрный Сардар и краснозёрный Саратовское 15 обладают необходимым комплексом хорошо отселектированных агробиологических признаков.

### Литература

1. Зотиков В.И., Сидоренко В.С., Грядунцова Н.В., Вилунов С.Д. Потенциал проса в новых рыночных условиях // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2023. – № 1 (45). – С. 5-11. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-1-5-11.
2. Тихонов Н.П. Генетико-иммунологические основы селекции проса посевного на устойчивость к головне // *Регуляция продукционного процесса с.-х растений. Часть 2 // Материалы Всерос. науч.-практической конф., посвящённой памяти проф. А.П. Лаханова, октябрь 2005 г., Орёл, ВНИИЗБК*. – 2006. – С. 59-65.
3. Тихонов Н.П. Особенности и результаты селекции проса посевного на устойчивость к меланозу зерна // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2014. – № 2 (10). – С. 60-63.
4. Тихонов Н.П., Михайлов М.А. Селекционно-генетические аспекты содержания каротиноидов в зерне проса посевного // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2016, – № 1 (17). – С. 68-74.
5. Тихонов Н.П., Тихонова Т.В., Милкин А.А. Идентификация сортов проса по устойчивости к головне // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2018. – № 3 (27). – С. 72-77. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-1036
6. Тихонов Н.П., Тихонова Т.В., Милкин А.А. Адаптивность и урожайность сортов проса ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока» // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2018, – № 4 (28). – С. 78-82. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-1053.

### References

1. Zotikov V.I., Sidorenko V.S., Gryadunova N.V., Vilyunov S.D. Millet potential under new market conditions // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2023, no.1 (45). Pp. 5-11. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-1-5-11
2. Tikhonov N.P. Genetic and immunological bases of millet breeding for resistance to smut // *Regulation of the production process of agricultural plants. Part 2// Materials of the All-Russian scientific-practical conference in memory of Prof. A.P. Lakhanov, October 2005, Orel, VNIIZBK*, 2006. - Pp. 59-65.
3. Tikhonov N.P. Features and results of breeding of millet for resistance to grain melanosis // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2014, no.2 (10). Pp. 60-63.
4. Tikhonov N.P., Mikhailov M.A. Breeding and genetic aspects of carotenoid content in millet grain // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2016, no.1 (17), pp. 68-74.
5. Tikhonov N.P., Tikhonova T.V., Milkin A.A. Identification of millet varieties by smut resistance // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*.- 2018, no. 3 (27).- Pp. 72-77. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-1036
6. Tikhonov N.P., Tikhonova T.V., Milkin A.A. Adaptability and productivity of millet varieties of the FSBSI Research Institute of Agriculture of the South-East // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2018, no. 4 (28). - Pp. 78-82. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-1053

**РАИСА ВАСИЛЬЕВНА БЕЛЯЕВА**

**5.06.1952 – 26.12.2023**

Коллектив Федерального научного центра зернобобовых и крупяных культур понес тяжелую утрату. 26 декабря 2023 года внезапно скончалась старший научный сотрудник лаборатории генетики и биотехнологии Раиса Васильевна Беляева.

Раиса Васильевна родилась в деревне Никуличи Орловского района Орловской области в дружной многодетной семье.

В 1968 году Раиса Васильевна была принята на работу во Всесоюзный научно-исследовательский институт зернобобовых и крупяных культур.

В 1974 году она закончила Глазуновский сельскохозяйственный техникум, в 1986 году – Орловский сельскохозяйственный институт по специальности агрономия, в 2007 году защитила кандидатскую диссертацию по теме «Влияние интрогрессии мутантных генов на особенности формирования продукционного процесса и адаптивную способность сортов гороха зернового использования». Вся ее трудовая деятельность была связана с Федеральным научным центром зернобобовых и крупяных культур и лабораторией генетики.

В 16 летнем возрасте она поступила на должность рабочей, продолжая учиться и работать, Раиса Васильевна стала лаборантом, научным сотрудником, старшим научным сотрудником, ведущим специалистом по генетическим ресурсам. Через ее руки прошли тысячи коллекционных образцов гороха, которые она изучала и заботливо сохраняла. Раиса Васильевна автор многих научных публикаций и соавтор сортов люпина узколистного и гречихи татарской.

Раису Васильевну отличали огромное трудолюбие, высокая работоспособность, доброта и отзывчивость. Ее уважали и любили в коллективе.

Коллектив Центра глубоко скорбит по поводу безвременной кончины Раисы Васильевны Беляевой и выражает искренние соболезнования родным и близким покойной.

СВЕТЛАЯ ПАМЯТЬ О РАИСЕ ВАСИЛЬЕВНЕ БЕЛЯЕВОЙ НАВСЕГДА СОХРАНИТСЯ В НАШИХ СЕРДЦАХ



Коллектив Центра глубоко скорбит по поводу безвременной кончины Раисы Васильевны Беляевой и выражает искренние соболезнования родным и близким покойной.

СВЕТЛАЯ ПАМЯТЬ О РАИСЕ ВАСИЛЬЕВНЕ БЕЛЯЕВОЙ НАВСЕГДА СОХРАНИТСЯ В НАШИХ СЕРДЦАХ

**СВЕТЛАЯ ПАМЯТЬ О РАИСЕ ВАСИЛЬЕВНЕ БЕЛЯЕВОЙ НАВСЕГДА  
СОХРАНИТСЯ В НАШИХ СЕРДЦАХ**

*КОЛЛЕКТИВ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР*