

ЗЕРНОБОБОВЫЕ И КРУПЯНЫЕ КУЛЬТУРЫ № 1 (45), 2023 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.**

Фотомаериал **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,
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 FAO 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,
jurnalzbk@mail.ru
Сайт: <https://vniizbk.ru>

Дата выхода в свет: 21.03.2023 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 (45), 2023

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

Serekpae, 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 №ФСЧ77-77939
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, in which the main scientific results of dissertations for the degree of candidate and doctor of sciences should be published

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

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

<http://eLIBRARY.RU>

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

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

Date of publication: 21.03.2023

Format A4.

Font Times New Roman.

Circulation 300 copies.

Printed at FSBSI «FSC LGC»

Price free.

СОДЕРЖАНИЕ

Зотиков В.И., Сидоренко В.С., Грядунова Н.В., Вилунов С.Д. Потенциал проса в новых рыночных условиях	5
Бабушкина Т.Д., Ярославцев А.А., Алексанина Т.И., Колчина Л.А., Зеленов А.А., Зеленов А.Н. Экологическая оценка селекционного материала гороха в условиях Северного Зауралья	12
Черненькая Н.А. Влияние микробиологических удобрений на урожайность семян вики посевной	22
Зайцева А.И. Особенности хозяйственных и морфологических признаков нового сорта вики посевной Ксения	29
Донская М.В., Донской М.М. Использование микробиологических препаратов при возделывании перспективных сортов нута и чины в Орловской области	33
Головина Е.В., Леухина О.В. Влияние некорневых подкормок на фотосинтетическую деятельность, симбиотическую активность и продуктивность новых сортов сои	40
Дубинкина Е.А., Шабалкин А.В., Макаров М.Р. Изучение обработки семян и растений сои инокулянтами и микробиологическими удобрениями в Центральном Черноземье	50
Ягчук П.В. Изучение некоторых элементов технологии возделывания перспективных сортов сои	59
Конончук В.В., Тимошенко С.М., Штырхунов В.Д., Назарова Т.О., Тулинова Е.А., Никиточкин Д.Н., Ахриев Х.А. Влияние гербицидной защиты, макро- и микроудобрений на азотфиксацию и зерновую продуктивность узколистного люпина при разных погодных условиях в центре Нечерноземной зоны РФ	67
Цуканова З.Р., Латынцева Е.В., Черненькая Н.А., Молошонок А.А., Гусева А.Н. Новый сорт озимой пшеницы Скипетр 2	77
Романов Б.В., Козлов А.А., Парамонов А.В., Сорокина И.Ю. Сравнительный анализ продукционных признаков озимых сортов шарозёрной и мягкой пшениц	82
Васин В.Г., Стрижаков А.О., Рухлевич Н.В., Смирнов А.С. Влияние системы применения удобрительных смесей МЕГАМИКС на фотосинтетическую деятельность и продуктивность посевов яровой пшеницы	89
Щукин Н.Н., Окорков В.В., Кабашов А.Д. Особенности пленчатых и голозерных сортов овса при возделывании на дерново-подзолистой почве, удобренной биологизированным куриным пометом, в условиях Верхневолжья	97
Голова Т.Г., Ершова Л.А., Чевердина Г.В. Влияние минерального питания на продуктивность сортов ячменя	109

CONTENT

Zotikov V.I., Sidorenko V.S., Gryadunova N.V., Vilyunov S.D. Millet potential in new market conditions	5
Babushkina T.D., Yaroslavtsev A.A., Aleksanina T.I., Kolchina L.A., Zelenov A.A., Zelenov A.N. Ecological evaluation of pea breeding material under the conditions of the Northern Trans-Urals	12
Chernenkaya N.A. Effect of microbiological fertilizers on the yield of common vetch seeds	22
Zaitseva A.I. Features of economic and morphological characteristics of a new variety of common vetch Ksenia	29
Donskaya M.V., Donskoi M.M. Use of microbiological preparations in the cultivation of promising varieties of chickpeas and lathyrus in the Oryol region	33
Golovina E.V., Leukhina O.V. Influence of foliar feeding on photosynthetic and symbiotic activity and productivity of new soybean varieties	40
Dubinkina E.A., Shabalkin A.V., Makarov M.R. Study of the treatment of soybean seeds and plants with inoculants and microbiological fertilizers in the Central Chernozem region	50
Yatchuk P.V. Study of some elements of the cultivation technology of promising soybean varieties	59
Kononchuk V.V., Timoshenko S.M., Shtyrkhunov V.D., Nazarova T.O., Tulinova E.A., Nikitochkin D.N., Akhriev H.A. The effect of herbicidal protection, macro- and micro-fertilizers on nitrogen fixation and grain productivity of narrow-leaved lupine under different weather conditions in the center of the Non-Chernozem zone of the Russian Federation	67
Tsukanova Z.R., Latyntseva E.V., Chernen'kaya N.A., Moloshonok A.A., Guseva A.N. New variety of winter wheat Skipetr 2	77
Romanov B.V., Kozlov A.A., Paramonov A.V., Sorokina I.Yu. Comparative analysis of production features winter varieties of spherical and soft wheat	82
Vasin V.G., Strizhakov A.O., Rukhlevich N.V., Smirnov A.S. Influence of the system of application of MEGAMIX fertilizer mixtures on photosynthetic activity and productivity of spring wheat crops	89
Shchukin N.N., Okorkov V.V., Kabashov A.D. Features of filmy and naked oat varieties when cultivated on soddy-podzolic soil fertilized with biologized chicken manure in the conditions of the upper Volga region	97
Golova T.G., Ershova L.A., Cheverdina G.V. The effect of mineral nutrition on the productivity of barley varieties	109

ПОТЕНЦИАЛ ПРОСА В НОВЫХ РЫНОЧНЫХ УСЛОВИЯХ

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

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

Н.В. ГРЯДУНОВА, кандидат биологических наук

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

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР», г. Орёл

В марте 2021 года 75-я сессия Генеральной Ассамблея ООН провозгласила 2023 год Международным годом проса (МГП-2023). Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединённых Наций (ФАО) является ведущим учреждением, курирующим проведение этого года в сотрудничестве с другими заинтересованными сторонами. Основная цель МГП-2023 заключается в повышении осведомлённости о полезных питательных свойствах уникальной сельскохозяйственной культуры проса, его пользе для здоровья и о возможности выращивать эту культуру в неблагоприятных и изменчивых климатических условиях.

Ключевые слова: просо, скороспелость, засухоустойчивость, сорт, семеноводство, технология, производство.

Для цитирования: Зотиков В.И., Сидоренко В.С., Грядунова Н.В., Вилюнов С.Д. Потенциал проса в новых рыночных условиях. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2023; 1(45):5-11. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-1-5-11

MILLET POTENTIAL IN NEW MARKET CONDITIONS

V.I. Zotikov, V.S. Sidorenko, N.V. Gryadunova, S.D. Vilyunov

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

Abstract: *The United Nations General Assembly at its 75th session in March 2021 declared 2023 the International Year of Millets (IYM 2023). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) is the lead agency for celebrating the Year in collaboration with other relevant stakeholders. The main goal of IYM 2023 will be an opportunity to raise awareness of, and direct policy attention to the nutritional and health benefits of millets and their suitability for cultivation under adverse and changing climatic conditions.*

Keywords: millet, early maturity, drought tolerance, variety, seed farming, technology, production.

В условиях постоянного роста населения планеты и увеличивающейся в связи с этим нагрузки на глобальные агропродовольственные системы необходимо прилагать больше усилий к наращиванию производства таких сельскохозяйственных культур, как просо. Это доступный питательный продукт используют на пищевые и кормовые цели. Под названием «Millets – просо» на различных языках народов земного шара (в основном не в англоязычных странах) известно большое число культурных растений, относящихся не только к разным видам, но и к разным родам и трибам семейства злаков. Millets – собирательное название обширной группы разнообразных мелкосемянных злаковых зерновых культур, произрастающих в засушливых районах и включающих просо жемчужное, просо

обыкновенное, просо итальянское, просо куриное и росичку тонкую, к которой относятся в том числе просо итальянское, просо куриное, просо южное, паспалум шершавый, просо ветвистое, просо пальчатое и просо гвинейское, а также росичка тонкая, сорго (или сорго двухцветное) и тефф. Millets образует не таксономическую группу, а скорее функциональную или агрономическую. По классификации FAO все просяные имеют коды: 18 (ICC 1.0 коды в Индикативной Классификации Культур / Indicative Crop Classification/, используемые для Всемирной сельскохозяйственной переписи / WCA-2010); 1.08 (ICC 1.1 современные коды культур, используемые в WCA-2020); 01181, 01182 (CPC 2.1 соответствующие связанные Коды Основных Продуктов / Central Product Classification) [1]. В структуре мирового производства они занимают довольно скромное место – от 1,7% до 5% мирового производства всех зерновых культур. Причем более 93% посевных площадей и 92% всего валового производства просовидных сосредоточено в развивающихся странах Азии и Африки. Согласно статистике ФАО, производство проса составило пятое по величине место в мире после кукурузы, риса, пшеницы и ячменя. Эти культуры часто относят к "питательным злакам" из-за высокой пищевой ценности по сравнению с другими зерновыми культурами. Включение пшена просовидных в рацион питания позволяет существенно улучшить здоровье как человека (в том числе матерей и детей), так и животных [2].

Просовидные культуры долго обеспечивали продовольственную безопасность многих стран. Они были важными продуктами питания в истории человечества и теперь остаются основным продуктом питания миллионов людей. Они лучше приспособлены к сухим, низкоплодородным почвам, чем большинство других культур, и поэтому часто выращиваются в чрезвычайно суровых условиях – например, при высоких температурах, низких и неустойчивых осадках, коротких сезонах вегетации, кислых и бесплодных почвах с низкой влагоудерживающей способностью. Их всходы имеют сильную, глубокую корневую систему и короткий жизненный цикл развития, могут быстро расти при наличии влаги и приостанавливать рост при её недостатке, проявляя засухоустойчивость [3]. Все просовидные относятся к растениям, в которых процесс фотосинтеза протекает по C4-пути. В результате они могут выжить и надежно производить небольшие количества зерна в районах, где среднегодовое количество осадков составляет всего 300-400 мм. Это сопоставимо с минимальной потребностью в воде 500-600 мм для кукурузы. Почти все просовидные используются для потребления человеком в виде продуктов из пшена (обрушенные семена) и на корм животным в виде зерна и стеблей. Они были важными продуктами питания в полувсасушливых тропиках на протяжении веков, выращиваются в суровых условиях, где другие культуры не растут или дают плохой урожай, и остаются основными источниками энергии, белка, витаминов и минералов для миллионов беднейших людей в этих регионах. Откуда зерно (пшено) этих культур часто незаслуженно в Море называют «грубым зерном» или «урожаем бедных людей». Просяные культуры выращиваются множеством мелких фермеров для собственного потребления, в условиях с ограниченными водными ресурсами и зачастую без применения каких-либо удобрений. Культуры обычно не торгуются на международных рынках или даже на местных рынках многих стран – поэтому производители редко имеют гарантированный рынок в случае избыточного производства [4].

«Просо – это уникальная унаследованная от предков культура с высокой пищевой ценностью. Просо может сыграть важную роль и внести вклад в наши коллективные усилия по расширению возможностей фермерских хозяйств, достижению устойчивого их развития, адаптации к изменению климата, сохранению биоразнообразия и преобразованию агропродовольственных систем», – объяснил Генеральный директор ФАО Цюй Дунъюй участникам церемонии, проходившей в гибридном формате [5].

Просо – одно из первых растений введенных в культуру человеком, упоминание о возделывании в центральных регионах Европы восходит к истории ранее 2000 года до н.э., а китайские летописи свидетельствуют, что культура проса насчитывает не менее 4...5 тысяч лет, есть исследования, что история культуры насчитывает даже 10 000 лет в северном Китае

[6], но в последние десятилетия оно было оттеснено на второй план другими зерновыми. Выращивается просо преимущественно в Азии и Африке; его крупнейшим производителем является Индия, за ней следуют Нигерия, Нигер и Китай. Это одно из первых растений, которое и сегодня входит в число основных культур, традиционно возделываемых в некоторых странах Африки к югу от Сахары и Азии. Его способность к адаптации в различных климатических условиях позволяет повысить продовольственную безопасность и стимулировать экономический рост. Продукты проса способствуют обеспечению здорового рациона, так как содержат антиоксиданты, минералы и белок. Цельное зерно проса всех сортов содержит также различные виды клетчатки в разных количествах, которая играет роль в регулировании работы кишечника, а также способствует нормальному содержанию сахара и липидов в крови. Кроме того, оно не содержит глютена и имеет низкий гликемический индекс, благодаря чему хорошо подходит людям с непереносимостью глютена, высоким уровнем сахара в крови или диабетом. Пшено является дешевым источником биологически активного железа.

Просо устойчиво к засухе и мало подвержено болезням и вредителям сельскохозяйственных культур, что позволяет ему расти в неблагоприятных климатических условиях. Затраты на выращивание проса очень низкие, а само оно требует минимального ухода и способно адаптироваться к климатическим стрессам, поэтому расширение его производства может способствовать преобразованию структуры посевных площадей, сделав их более эффективными и устойчивыми к внешним воздействиям. Кроме того, просо может расти на подверженных эрозии почвах, защищая почвенный покров в засушливых районах, что замедляет активную деградацию почв и сохраняет биоразнообразие.

Просо является одной из важнейших крупяных культур не только в мире, но и в России. Просо посевное (*Panicum miliaceum*) используется как источник получения ценного продукта – пшена (просяной крупы). Пшено обладает хорошими вкусовыми качествами и высокими пищевыми достоинствами. Пшено содержит 12...15% белка, больше, чем рисовая, ячневая, кукурузная и сорговая крупы. В составе белка выявлены все незаменимые аминокислоты. По этому показателю пшено превосходит крупы из других культур. По содержанию жира (3,5...5%) уступает только овсяной крупе и кукурузе. Биологическая ценность белков проса находится на уровне фасоли, арахиса, пшеничной муки и выше гороха [7]. К достоинствам пшена относятся легкая его разваримость и усвояемость. С давних времен пшенная каша входила в состав провиантского достоинства армии. Еще в армии Суворова, когда он переходил через Альпы, пшенная каша была в рационе солдата. В не переработанном виде просо широко используется как высокоценный концентрированный корм, прежде всего, в птицеводстве. Просо обладает высокой устойчивой урожайностью, что обусловлено его биологическими особенностями. Высевая 25...40 кг/га семян можно получить 4...5 т зерна с гектара. Положительным качеством проса является большая по сравнению с другими зерновыми культурами устойчивость его к болезням и вредителям. Мировое производство зерна проса посевного и просовидных культур составляет около 12 млн. т, из них просо жемчужное (*Pennisetum*) – 45%, просо итальянское или чумиза, могар (*Setaria*) – 19%, просо посевное (*Panicum miliaceum* L.) – 17%. На территории России с древних времен в культуре были известны 2 вида проса: просо обыкновенное (посевное) – *Panicum miliaceum* L. и просо щетинистое (итальянское) – *Setaria italica* (L.) P.B. В настоящее время в России и странах СНГ сосредоточено около 55% от мирового производства проса посевного, в Китае – около 25%, также данная культура выращивается в Северной Америке (12%), Индии (5%), Австралии (1%) и Северной Корее (1,5%). В конце 20 века произошло резкое сокращение площадей и производства зерна просовидных культур в 2-2,5 раза, что связано с увеличением производства зерна кукурузы и пшеницы. Положительной тенденцией развития прососеяния является возрождение производства продукции данной культуры в Белоруссии и странах ЕС, в частности Австрии, Германии, что в определенной степени связано с внедрением в Центральной Европе раннеспелых сортов

проса селекции ФНЦ зернобобовых и крупяных культур Быстрое, Крупноскорое, Квартет [7, 8].

Динамика выращивания проса в РФ в последние годы носит скачкообразный характер на фоне уменьшения общей посевной площади в стране. Удельный вес посевов проса в структуре посевных площадей составляет в среднем 1%, что создает некоторый дефицит продукции и увеличение её стоимости. Наблюдается сопряженность посевных площадей проса с возделыванием группы яровых зерновых культур, хотя удельный вес культуры незначителен (в среднем 2,5%) в виду неоправданного сокращения закупок пшеницы в Государственный фонд продовольствия и необоснованного недостаточного использования в птицеводстве [9].

Выращиванием проса в РФ занимаются различные производственные структуры: сельскохозяйственные организации, включающие сельхозкооперативы, малые предприятия и частные хозяйства (крестьянские, фермерские, индивидуальных предпринимателей). Посевные площади проса в РФ распределены следующим образом: 69% – в сельхозорганизациях и 31% – в частных хозяйствах. В 2022 г. посевные площади составили 238 тыс. га, валовой сбор – 308,7 тыс. т, что на 10-12% меньше, чем в среднем за 2017-2021 гг. Вместе с тем, урожайность проса повысилась на 23,8% и в целом по стране была 15,4 ц/га.

В 2022 г. производство зерна проса было традиционно сосредоточено в Приволжском ФО (около 73% от валового сбора РФ), основная доля которого была получена в Саратовской области (41% от валового сбора РФ) при урожайности около 19 ц/га. Кроме того, значительные площади заняты под посевами проса в Приволжском федеральном округе в Оренбургской и Самарской областях. В Южном ФО более 85% производства находится в Ростовской и Волгоградской областях, в Сибирском ФО более 90% – в Алтайском крае, в Центральном ФО около 75% – в Воронежской области, что указывает на сложившуюся концентрацию и специализацию по производству проса в пределах данных округов.

Следует отметить, что в основных зонах прососеяния выращиваются сорта наиболее адаптированные к конкретным почвенно-климатическим условиям. Например, в Саратовской области около 50% посевной площади занято новыми сортами: Саратовское 10, Саратовское 12, Саратовское желтое, но ввиду медленной сортосмены значительное место в производстве зерна проса (около 30%) занимают менее урожайные сорта, используемые в производстве более 20 лет.

В Госреестре селекционных достижений РФ, допущенных к использованию на 2023 г., включено 67 сортов, из них защищено патентами 28, впервые внесены в Госреестр 4 новых сорта: Атлет, Аполлон, Саратовское 15, Сардар [10]. Современные сорта проса отличаются приспособленностью к различным почвенно-климатическим условиям страны и обладают урожайностью более 4 т/га при соблюдении сортовой агротехники [11].

Недостаток тепла в холодно-умеренном подпоясе ограничивает производство проса. За счет внедрения новых более урожайных, скороспелых, относительно холодостойких сортов проса, обладающих комплексом хозяйственно ценных признаков и свойств реально расширение посевов культуры в менее благоприятные зоны. Продвижение проса в агроклиматические области холодно-умеренного подпояса обусловлено созданием новых раннеспелых, быстрорастущих в начальный период сортов. Таким образом, созданные за последние годы в ФНЦ зернобобовых и крупяных культур, других научных организациях новые сорта проса позволяют получать в холодно-умеренном агроклиматическом подпоясе, как в европейской, так и азиатской его частях, достаточно высокий уровень урожайности, несмотря на менее благоприятные и нехарактерные условия развития для указанных культур.

Одним из направлений повышения стабильности урожайности проса является создание мультилинейных сортов, устойчивых к абиотическим стрессам и патогенам. В ФНЦ ЗБК впервые создан среднеспелый мультилинейный сорт проса Квартет, состоящий из 4-х биологически совместимых линий-аналогов с эффективными доминантными генами расоспецифической устойчивости к головне. Использование сорта Квартет в хозяйстве при условии пересева семенами своего производства без протравливания в течение нескольких

лет гарантирует рост полевой устойчивости и активное подавление местной популяции головни в сочетании с высокой урожайностью до 7 т/га, причем в нетипичных для культуры зонах (Пермская область 6,7 т/га, Беларусь 6,9 т/га, Швейцария 7,3 т/га) [12, 13]. Кроме того, новые иммунные к головне сорта Казачье, Сардар и другие позволяют получить экологически чистую продукцию в основных зонах прососеяния. На основе генетических и биохимических характеристик коллекционного материала были развернуты работы по созданию лептодермальных (тонкопленчатых) форм. Впервые в ФНЦ ЗБК выведен сорт проса Альба, отличающийся высокими кормовыми достоинствами для птицеводства.

Дальнейший прогресс селекции проса связан с интенсивным применением селекционно-генетических методов для создания исходного материала и признаков коллекций на почти однородном генетическом фоне, осуществлением подбора реципиентов и компонентов гибридизации на основе анализа биометрических показателей высокопродуктивных генотипов и расчетом мультилинейных композиций с помощью современного компьютерного моделирования [14].

Для получения мутаций и рекомбинаций используется длительная самоклональная регенерация, культура пыльников, опыление диплоидных форм пыльцой полиплоидов и близкородственных видов, объединение неаллельных мутантных генов, контролирующих признак в одном генотипе. ПЦР-анализ наряду с селекционно-генетическими и биохимическими методами позволил выявить полиморфизм генотипов проса по генетически обусловленному конкретному признаку и создать с применением биотехнологических методов первый конкурентоспособный сорт проса – Регент [15].

ФНЦ зернобобовых и крупяных культур совместно с ФНЦ Юго-Востока впервые в системе УПОВ (Международный союз по охране новых сортов растений) разработана «Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность по просу посевному», что позволило получить патенты на сорта проса. Разработана и апробирована эффективная схема создания иммунных к болезням сортов, опубликованы «Методические рекомендации по оценке сортов проса посевного на расоспецифическую устойчивость к головне».

Современные методы позволяют тестировать основные просовидные культуры и их диких сородичей на наличие генов, отвечающих за полезные признаки. Выявив функции конкретных генов растений и используя эти гены как маркеры, можно целенаправленно проводить скрещивание и получать прогнозируемый результат. На основе ПЦР-анализа гибридных растений F₂ обнаружены отличия в амплифицированных спектрах ДНК и выявлены рекомбинанты межродовой гибридизации проса посевного *Panicum miliaceum* L. и проса итальянского *Setaria italica* L.

В результате переноса селекционных технологий, ранее разработанных для получения сортов проса, впервые выведены новые сорта пайзы (*Echinochloa frumentacea* Link.) и проса африканского (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br., существенно превышающие известные сортообразцы культур по темпам роста и приспособленности к условиям Центральные регионов России [16].

Заключение

Таким образом, успешное развитие производства проса связано с повышением внимания к его выращиванию и повсеместного внедрения разработанных прогрессивных технологий, основанных на биологических особенностях культуры и творческом применении современных достижений науки и передовой практики, включая возделывание проса как страховой культуры, в поукосных и пожнивных посевах, в том числе на орошении.

Литература

1. FAO 2016 Catalogue of crops used in Bioenergy and Food Security (BEFS) Rapid Appraisal Nov 26, 2016 <https://www.fao.org/3/bp841e/bp841e.pdf> (Дата обращения 06.03.2023)
2. Silas T.A.R. Kajuna. MILLET: Post-harvest Operations./Edited by AGSI/FAO: Danilo Mejia, Beverly Lewis. FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 04/05/2001, PP 50. <https://www.fao.org/3/av009e/av009e.pdf> (Дата обращения 06.03.2023).

3. FAO 2018. Proposal for an International Year of Millets. Hundred and Sixtieth Session/: Rome, 3-7 December 2018 FAO: CL 160/13 Rev.1 <https://www.fao.org/3/my336en/my336en.pdf> (Дата обращения 06.03.2023)
4. FAO 2017. World programme for the census of agriculture 2020/ v.1. Programme, concepts and definitions, Rome. 2015 -204 с. <http://www.fao.org/3/i4913e/i4913e.pdf> (Дата обращения 06.03.2023)
5. <https://www.fao.org/millets-2023/ru> (Дата обращения 02.03.2023)
6. Ruiyun, Wang & Hunt, Harriet & Qiao, Zhijun & Wang, Lun & Han, Yuanhuai. (2016). Diversity and Cultivation of Broomcorn Millet (*Panicum miliaceum* L.) in China: A Review. Economic Botany. 70. doi:10.1007/s12231-016-9357-8.
7. Sidorenko, V.S. Area and Production of Proso Millet (*Panicum miliaceum* L.) in Russia / V.S.Sidorenko, V.I.Zotikov, S.V.Bobkov [et al] //Advances in Broomcorn Millet Research. Proceedings of the 1st International Symposium on Broomcorn Millet. Northwest A&F University (NWSUAF), (25-31 2012. August). – Yangling, Shaanxi, People’s Republic of China, 2012. – P. 3-9.
8. Селекционные достижения Федерального научного центра зернобобовых и крупяных культур. Каталог сортов. - Орёл: ПФ ООО «Картуш». – 2022. – 204 с. (Авторы: А.А. Полухин, В.И. Зотиков, В.С. Сидоренко, В.И. Панарина, С.В. Бобков, Г.А. Бударина, Н.В.Грядунова, А.М. Задорин и др.).
9. Сидоренко В.С., Бобков С.В., Котляр А.И. Ареал проса посевного в России [и др.]. – // Земледелие. – 2012. –№ 5. – С. 9-12.
10. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. «Сорта растений» (официальное издание). – М.: ФГБНУ «Росинформагротех» – 2023. – 500 с.
11. Сидоренко В.С. Новые сорта проса – реальный ресурс для производства кормов // Земледелие. –2010. –№ 5. – С. 23-24.
12. Sidorenko V.S., Kotlyar A.I., Zotikov V.I. Multiline cultivars of proso millet as a way of manufacture of non-polluting production //XII International eco-conference 24-27 september. Novi Sad. Serbia, 2008.–P.171–176.
13. Vilyunov S. D. and Sidorenko V.S. Revealing the component composition of the multilinear millet varietyQuartet during long-term seed production./ IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 650 (2021) 012106. doi:10.1088/1755-1315/650/1/012106 (Scopus)
14. Зотиков В.И., Вилунов С.Д. Современная селекция зернобобовых и крупяных культур в России // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2021. – № 25 (4). – С. 381-387.
15. Сидоренко В.С., Павловская Н.Е., Бобков С.В., Котляр А.И., Гуринович С.О. Селекция новых сортов проса посевного с использованием ПЦР-анализа Rezultatele cercetarilor la cultura plantelor de camp in Republica Moldova”: Materialele connferintei stiintifico-practice, Republica Moldova, Balti, 19 iunie 2015/red. Resp.: Vozian Valeriu. – Chisinau, – 2015. – P. 137-142.
16. Гуринович С.О., Зотиков В.И., Сидоренко В.С. Просо африканское (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br) – новая культура в земледелии центральной России // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 2 (34). – С. 64-70. doi:10.24411/2309-348X-2020-11171

References

1. FAO 2016 Catalogue of crops used inBioenergy and Food Security (BEFS) Rapid Appraisal Nov 26, 2016 <https://www.fao.org/3/bp841e/bp841e.pdf> (Accessed 06.03.2023)
2. Silas T.A.R. Kajuna. MILLET: Post-harvest Operations. / Edited by AGSI/FAO: Danilo Mejia, Beverly Lewis. FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 04/05/2001, PP 50. <https://www.fao.org/3/av009e/av009e.pdf> (Accessed 06.03.2023).
3. FAO 2018. Proposal for an International Year of Millets. Hundred and Sixtieth Session/: Rome, 3-7 December 2018 FAO: CL 160/13 Rev.1 <https://www.fao.org/3/my336en/my336en.pdf> (Accessed 06.03.2023)

4. FAO 2017. World programme for the census of agriculture 2020/ v.1. Programme, concepts and definitions, Rome. 2015 -204 с. <http://www.fao.org/3/i4913e/i4913e.pdf> (Accessed 06.03.2023)
5. <https://www.fao.org/millet-2023/ru> (Accessed 02.03.2023)
6. Ruiyun, Wang & Hunt, Harriet & Qiao, Zhijun & Wang, Lun & Han, Yuanhuai. (2016). Diversity and Cultivation of Broomcorn Millet (*Panicum miliaceum* L.) in China: A Review. *Economic Botany*. 70. doi:10.1007/s12231-016-9357-8.
7. Sidorenko, V.S. Area and Production of Proso Millet (*Panicum miliaceum* L.) in Russia / V.S.Sidorenko, V.I.Zotikov, S.V.Bobkov [et al] //Advances in Broomcorn Millet Research. Proceedings of the 1st International Symposium on Broomcorn Millet. Northwest A&F University (NWSUAF), (25-31 2012. August). - Yangling, Shaanxi, People's Republic of China, 2012. - pp. 3-9.
8. Seleksionnye dostizheniya Federal'nogo nauchnogo tsentra zernobobovykh i krupyanykh kul'tur. Katalog sortov [Breeding achievements of the Federal Scientific Center for Legumes and Groat Crops. Variety catalog]. Polukhin A.A., Zotikov V.I., Sidorenko V.S., Panarina V.I., Bobkov S.V., Budarina G.A., Gryadunova N.V., Zadorin A.M. et al. Orel, OOO PF «Kartush» Publ., 2022, 204 p. (In Russian)
9. Sidorenko V.S., Bobkov S.V., Kotlyar A.I. et al. Areal prosa posevnogo v Rossii [Millet area in Russia]. *Zemledelie*, 2012, no.5, pp. 9-12.
10. Gosudarstvennyi reestr selektsionnykh dostizhenii, dopushchennykh k ispol'zovaniyu. Tom 1. Sorta rastenii. (Ofitsial'noe izdanie) [State register of breeding achievements approved for use. Volume 1. Varieties of plants. (Official edition)], Moscow, FGBNU «Rosinformagrotekh», 2023, 500 p. (In Russian)
11. Sidorenko V.S. Novye sorta prosa - real'nyi resurs dlya proizvodstva kormov [New varieties of millet - a real resource for fodder production] *Zemledelie*, 2010, no.5, pp. 23-24. (In Russian)
12. Sidorenko V.S., Kotlyar A.I., Zotikov V.I. Multiline cultivars of proso millet as a way of manufacture of non-polluting production //XII International eco-conference 24-27 September. Novi Sad. Serbia, 2008, pp.171-176.
13. Vilyunov S.D. and Sidorenko V.S. Revealing the component composition of the multilinear millet variety Quartet during long-term seed production. / IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 650 (2021) 012106. doi:10.1088/1755-1315/650/1/012106 (Scopus)
14. Zotikov V.I., Vilyunov S.D. Sovremennaya selektsiya zernobobovykh i krupyanykh kul'tur v Rossii [Modern breeding of grain legumes and cereals in Russia]. *Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii*, 2021, no. 25(4), pp. 381-387 (In Russian)
15. Sidorenko V.S, Pavlovskaya N.E., Bobkov S.V., Kotlyar A.I., Gurinovich S.O. Seleksiya novykh sortov prosa posevnogo s ispol'zovaniem PTsR-analiza [Breeding new varieties of millet using PCR analysis], *Rezultatele cercetarilor la cultura plantelor de camp in Republica Moldova*”:Materialele connferintei stiintifico-practice, Republica Moldova, Balti, 19 iunie 2015/red. Resp.: Vozian Valeriu, Chisinau, 2015, pp. 137-142.
16. Gurinovich S.O., Zotikov V.I., Sidorenko V.S. Proso afrikanskoe (*Pennisetum glaucum* (L.)R.Br) - novaya kul'tura v zemledelii tsentral'noi Rossii [African millet (*Pennisetum glaucum* (L.)R.Br) - a new crop in agriculture in central Russia]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2020, no.2 (34), pp.64-70. (In Russian) doi:10.24411\2309-348Kh-2020-11171

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ГОРОХА В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО ЗАУРАЛЬЯ

Т.Д. БАБУШКИНА, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID 0009-0005-4899-1442

А.А. ЯРОСЛАВЦЕВ, ORCID ID 0000-0002-2020-4647

Т.И. АЛЕКСАНИНА, ORCID ID 0000-0001-6549-1718

Л.А. КОЛЧИНА, ORCID ID 0009-0002-2966-3003

А.А. ЗЕЛЕНОВ*, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID 0000-0003-4544-7845

А.Н. ЗЕЛЕНОВ**, доктор сельскохозяйственных наук, ORCID ID 0000-0001-6909-0161

НИИСХ СЕВЕРНОГО ЗАУРАЛЬЯ – филиал ФГБУН ФИЦ ТЮМЕНСКОГО НЦ СО РАН,
г. Тюмень

*ООО НПО БЕТАГРАН-СЕМЕНА

(СЕЛЕКЦИОННО-СЕМЕНОВОДЧЕСКИЙ ЦЕНТР АО ЩЁЛКОВО-АГРОХИМ),

п. Доброе, Орловская обл., Россия. E-mail: Zelenov-a-a@yandex.ru

**ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР», г. Орёл

Подведены итоги многолетнего научно-технического сотрудничества НИИСХ Северного Зауралья и ФНЦ зернобобовых и крупяных культур по селекции гороха. Показано, что в агроэкологических условиях лесостепи Северного Зауралья, наряду с листочковыми и усатыми, могут возделываться конкурентоспособные сорта морфотипа хамелеон. Дополнительного изучения требуют рассечённолисточковые формы и люпиноиды. По данным 2022 года в НПО «Бетагран-Семена» (Орловская область) потенциальные возможности они проявляют при интенсивной технологии возделывания.

В результате изучения в 2019-2021 гг. в НИИСХ СЗ 20-ти образцов гороха селекции ФНЦ ЗБК в сравнении с местными безлисточковыми стандартами Русь и Томас для использования в селекции рекомендованы следующие генисточки: устойчивости к полеганию (Русь, Ус-115/16, ЛУ-115-09); крупносемянности (Родник, Яг-07-643, Яг-11-104, Темп, ЛУ-138-16); с большим количеством бобов на растении (Фараон, Яг-07-643, Яг-10-384, Рас-1070/8, Рас-828/9, ЛУ-138-16); высокой озёрнёностью боба (Родник, Ус-95/16, Ус-115/16, Х2-12-90, Рас-1098/8).

Из гибридных комбинаций ФНЦ ЗБК в НИИСХ СЗ создан и допущен к использованию безлисточковый сорт Русь, устойчивый к полеганию генисточник Крепыш, высокопродуктивные линии морфотипа хамелеон ТМ-06-455, ТМ-06-457. Две последние подготовлены для передачи на государственное сортоиспытание.

Ключевые слова: горох, морфотип, селекция, сорта, генисточки, сотрудничество.

Для цитирования: Бабушкина Т.Д., Ярославцев А.А., Алексанина Т.И., Колчина Л.А., Зеленов А.А., Зеленов А.Н. Экологическая оценка селекционного материала гороха в условиях Северного Зауралья. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2023; 1(45):12-21. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-1-12-21

ECOLOGICAL EVALUATION OF PEA BREEDING MATERIAL UNDER THE CONDITIONS OF THE NORTHERN TRANS-URALS

T.D. Babushkina, A.A. Yaroslavtsev, T.I. Aleksanina, L.A. Kolchina,

A.A. Zelenov*, A.N. Zelenov**

RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE OF THE NORTHERN TRANS-URALS –
BRANCH FSBIS FRC OF TYUMEN SC OF SIBERIAN BRANCH OF RAS, Tyumen'

*ООО NPO BETAGRAN-SEEDS (BREEDING AND SEED CENTER AO SHCHELKOVO AGROCHEM), p. Dobroe, Orlovskaya obl., Russia

** FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS», Orel

Abstract: *The results of long-term scientific and technical cooperation between the Research Institute of Agriculture of the Northern Trans-Urals (NIISKh SZ) and the Federal Scientific Center of Legumes and Groat Crops (FNTs ZBK) in pea breeding have been summed up. It is shown that in the agroecological conditions of the forest-steppe of the Northern Trans-Urals, along with leafy and tendril varieties, competitive varieties of the chameleon morphotype can be cultivated. Dissected leaf forms and lupinoids require additional study. According to the data of 2022 in NPO “Betagran-Seeds” (Oryol region) their potential is displayed with intensive cultivation technology.*

As a result of a study in 2019-2021 in NIISKh SZ of twenty accessions of peas of the FNTs ZBK breeding in comparison with the local leafless standards Rus and Thomas, the following genetic sources are recommended for use in breeding: lodging resistance (Rus', Us-115/16, LU-115-09); large seeds (Rodnik, Yag-07-643, Yag-11-104, Temp, LU-138-16); with lots of beans per plant (Faraon, Yag-07-643, Yag-10-384, Ras-1070/8, Ras-828/9, LU-138-16); high bean content (Rodnik, Us-95/16, Us-115/16, Kh₂-12-90, Ras -1098/8). From hybrid combinations of FNTs ZBK in NIISKh SZ, a leafless variety Rus, a lodging-resistant gene source Krepysh, highly productive lines of the chameleon morphotype TM-06-455, TM-06-457 were created and approved for use. The last two are prepared for transfer to the State Variety Testing.

Keywords: pea, morphotype, breeding, varieties, genetic sources, cooperation.

Одно из условий стабильного производства сельскохозяйственной продукции состоит в биологическом и агроэкологическом разнообразии возделываемых сортов. Генетические исследования и селекционная практика более чем за 100 лет значительно обогатила арсенал наследственной изменчивости *Pisum sativum* L. Наиболее существенное воздействие на продукционный процесс оказали изменения в архитектонике листа. До середины XX века все возделываемые сорта имели листочковые («обычные») листья. Усатые формы произвели революционный эффект в селекции гороха. Благодаря устойчивости к полеганию культура стала технологичной, возросла реализация продукционного потенциала. Максимальная урожайность современных сортов листочкового и усатого морфотипов в условиях Центральной России достигает 6-7 т/га.

Прорывным направлением в селекции на преодоление этого рубежа стало создание обладающих высоким биоэнергетическим потенциалом сортов морфотипа хамелеон, способных формировать урожай семян до 8-9 т/га [1]. В Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ на 2022 год, включены два сорта этого морфотипа – Спартак и Ягуар. Оба созданы в ФНЦ ЗБК. Следует обратить внимание на то, что своё преимущество эти сорта проявляют при интенсивной технологии возделывания [2].

В ФНЦ зернобобовых и крупяных культур со времени его основания проводится большая работа по поиску и созданию генетического разнообразия профильных видов растений [3]. В числе принципиально новых образцов гороха здесь впервые в мире обнаружены неизвестные ранее в систематике *Pisum sativum* L. рассечённолисточковая форма и форма люпиноид [4], а также вторая после хамелеона гетерофилльная форма гороха трифоль (А.А. Зеленов, А.Н. Зеленов, 2018). Теоретический и практический интерес представляет их реакция на различные экологические условия возделывания.

НИИСХ Северного Зауралья и ФНЦ ЗБК вот уже четверть века плодотворно сотрудничают по созданию, обмену, изучению генетических источников и гибридных комбинаций с различными морфотипами и использованию их в селекции гороха. Положительными результатами сотрудничества явилось создание районированного в Западной и Восточной Сибири сорта совместной селекции Русь, высокоустойчивого к полеганию усатого генотипа Крепыш, высокопродуктивных, пластичных, с хорошей

комбинационной способностью линий-хамелеонов ТМ-06-455, ТМ-06-457 и ряда других ценных образцов.

Цель настоящего исследования состоит в изучении биологических особенностей и урожайности созданных в ФНЦ ЗБК сортов и линий гороха с изменённой архитектоникой листа и флоральной зоны (люпиноиды) в условиях лесостепи Северного Зауралья.

Условия, материалы и методы исследований

Изучение представленных в таблицах 2 и 4 образцов гороха селекции ФНЦ ЗБК проводили в 2018, 2019 и 2021 годах на опытном поле НИИСХ Северного Зауралья в континентальных климатических условиях северной части Западно-Сибирской лесостепной природно-сельскохозяйственной провинции, отличающейся от Среднерусской лесостепи, где расположен ФНЦ ЗБК, большей континентальностью климата, более короткой продолжительностью активной вегетации, меньшей суммой активных температур и атмосферных осадков. В летний период интенсивность солнечной радиации в Западной Сибири выше, чем в Центральной России.

Погодные условия в районе НИИСХ СЗ в годы исследования были контрастными, что позволило разносторонне оценить реакцию исследованных генотипов (табл. 1).

Таблица 1

Метеорологические условия вегетационных периодов по ст. Тюмень

Месяц	Среднесуточная температура воздуха, °С				Осадки, мм				ГТК по Г.Т.Селянину (1928)			
	2018	2019	2021	Средняя многолет.	2018	2019	2021	Средняя многолет.	2018	2019	2021	Средняя многолет.
Май	8,2	12,9	17,5	10,8	82,9	40,3	4,5	38	3,24	1,04	0,08	1,05
Июнь	15,0	15,1	18,0	16,9	61,3	80,4	23,7	56	1,36	1,74	0,44	1,29
Июль	20,6	19,7	18,6	18,5	51,1	107,4	48,2	91	0,80	1,81	0,84	1,58
Август	15,5	15,6	19,5	15,1	111,6	71,2	20,0	58	2,32	1,51	0,33	1,26
Ср. V-VIII	14,8	15,8	18,4	15,3	206,9	299,3	96,4	243	1,31	1,57	0,42	1,31

В 2018 и 2019 гг. температурный фон был близок к среднемноголетним значениям. Значительное количество осадков в мае 2018 года и в июне 2019 года, не жаркая погода в мае и июне способствовали появлению хороших всходов, росту и развитию растений, но несколько растянули вегетационный период. Повышение температуры воздуха в июле при достаточном количестве влаги в почве благоприятно сказалось на формировании бобов, наливе семян и, в конечном итоге, на урожайности. Обилие осадков после налива семян, особенно в 2019 г. вызвала полегание растений всех морфотипов, кроме усатых.

Но 2021 год в Тюменской области был необычно жарким и засушливым. За период вегетации гороха (в среднем 70 суток) на территории опытного поля НИИСХ СЗ выпало лишь 71,9 мм осадков при среднемноголетней сумме 160 мм, что составило только 44,9% от нормы. Среднесуточная температура воздуха за этот период достигала 18,5°С при среднемноголетней 16,9°С, а ГТК оказался в 3 раза меньше среднемноголетней.

Исследуемые образцы изучали на делянках площадью 14 м², в 4-кратной повторности по паровому предшественнику. Нормы высева – 1,3 млн. схожих семян на гектар. Почва серая лесная, тяжёлая по механическому составу. Агрохимическая характеристика: pH_{сол.} 5,5-6,8 (по Алямасову); содержание гумуса в почве 1,50-4,75% (по Тюрину, ГОСТ 23740-79); содержание нитратного азота 6,6-7,9 мг/кг почвы (по Грандваль-Ляжу); подвижных форм фосфора 19,8-24,5 и калия 19,0-20,6 мг/100 г почвы (по Чирикову). Под предпосевную культивацию на глубину 8-10 см вносили минеральные удобрения из расчёта N₁₅P₃₀K₃₀ действующего вещества на гектар. Технология возделывания общепринятая для северной лесостепи Зауралья. Уборку проводили комбайном «Сампо-130» фазу полной хозяйственной спелости.

В опыте участвовало 20 сортов и линий четырёх листовых морфотипов и люпиноиды, созданные в ФНЦ ЗБК. В качестве стандартов использовали районированные в Тюменской области усатые сорта Русь и Томас селекции НИИСХ Северного Зауралья (табл. 2).

Во время вегетации проводили фенологические наблюдения. В фазу полной спелости отмечали устойчивость растений к полеганию по 5-балльной шкале. Урожай семян подсчитывали после сплошного обмолота делянок с пересчётом на 100% чистоту и 14% влажность семян. Для анализа структуры семенной продуктивности с каждой делянки отбирали по 30 растений.

Математическую обработку экспериментальных данных проводили методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985) с использованием программ «Снедекор 2».

Результаты и обсуждение

По итогам испытаний наиболее высокую урожайность семян среди образцов ФНЦ ЗБК показали усатые сорта и линии (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика сортов и линий гороха различных морфотипов, Тюмень

Сорт, линия	Урожайность семян, т/га					*Вегетац. период, суток	*Устойч. к полеганию, балл
	2018	2019	2021	среднее			
				18,19,21	19,21		
Русь – St ₁	3,87	4,51	2,64	3,67	3,58	72	5,0
Томас – St ₂	–	4,81	3,38	–	4,10	74	4,7
Усатый морфотип							
Ус-95/16	3,81	5,38	2,79	3,99	4,08	74	4,5
Ус-115/16	4,23	5,16	2,96	4,12	4,06	74	4,9
Родник	3,79	4,58	2,70	3,69	3,64	76	4,4
Фараон	3,32	4,34	2,35	3,34	3,34	74	4,5
Оптимус	–	4,38	2,35	–	3,36	74	4,5
Среднее	3,79	4,77	2,63	3,79	3,70	75	4,6
Морфотип хамелеон							
Яг-07-652	3,12	4,18	2,18	3,16	3,18	76	3,5
Яг-07-643	3,86	4,34	2,90	3,70	3,62	75	4,2
Яг-10-384	3,61	4,40	3,13	3,71	3,76	74	4,1
Яг-11-104	3,48	4,71	2,91	3,70	3,81	74	4,4
Х ₂ -12-89	3,81	4,36	2,56	3,58	3,46	74	4,5
Х ₂ -12-90	3,74	4,36	3,05	3,72	3,70	73	4,4
Аз-68/1	3,00	4,31	2,66	3,32	3,48	76	3,4
Среднее	3,52	4,38	2,76	3,56	3,57	75	4,1
Расчёрненнолисточковый морфотип							
Рас-1070/8	3,35	4,25	2,49	3,36	3,37	74	3,3
Рас-1098/8	3,39	4,83	2,37	3,50	3,60	73	3,0
Рас-1098/8 (def)	3,27	3,88	2,39	3,15	3,14	72	3,2
Рас-828/9	3,03	3,94	2,13	3,03	3,04	73	3,2
Рас-1002/13	2,44	4,07	2,52	3,01	3,30	73	3,2
Среднее	3,10	4,19	2,38	3,21	3,29	73	3,2
Люпиноиды							
ЛУ-115-09	2,96	3,73	2,35	3,01	3,04	72	4,8
ЛУ-138-16	2,90	3,50	2,31	2,90	3,20	75	2,8
Среднее	2,93	3,62	2,33	2,96	3,12	74	3,8
Листочковый							
Темп	–	5,51	2,38		3,94	75	3,9
НСР ₀₅	0,35	0,47	0,24				

*Среднее за годы испытаний

В благоприятном 2019 г. особенно выделились линии Ус-95/16 и Ус-115/16 с урожайностью, соответственно, 5,38 и 5,16 т/га. Но в засушливом 2021 г. она снизилась почти вдвое. По этому показателю они превзошли сорт Русь, но практически были равны новому сорту Томас. Сорт Родник соответствовал лишь уровню Руси, а Фараон уступил и ему.

Селекционные линии морфотипа хамелеон в целом были на уровне сорта Русь, но уступили Томасу. Однако в НИИСХ Северного Зауралья перспективные линии хамелеонов ТМ-06-455 и ТМ-06-457 выделены из сложно-ступенчатой комбинации орловского происхождения, на последнем этапе которой линия Аз-95-497 (хамелеон с детерминантным типом роста самарской модели – *deh*) скрестили с усатой линией Ус-90-1010. Родословная включает 25 родительских образцов из шести европейских стран, Индии и пяти географических точек России (рисунок). Обе линии показали хорошие результаты как в Тюменской, так и в Орловской областях. В НИИСХ СЗ в конкурсном испытании 2018-2021 гг. урожайность линии ТМ-06-455 составила 4,26 т/га, ТМ-06-457 – 4,32 т/га, стандартных сортов: Русь – 3,76 т/га, Томас – 4,15 т/га.

В ФНЦ ЗБК в те же годы в КСИ получено 3,76 т/га, ТМ-06-457 – 3,81 т/га, у стандартных сортов: Гамбит (усатый) – 3,10 т/га, Ягуар (хамелеон) – 3,61 т/га.

Экологическая пластичность этих линий обусловлена сложно-ступенчатой гибридизацией исходной комбинации с использованием эколого-географического принципа подбора пар. На эффективность этого метода указывал ещё Н.И. Вавилов [5].

Предполагается одну из этих линий передать на государственное сортоиспытание. Линии ТМ-06-455 и ТМ-06-457 обладают высокой комбинационной способностью, используются в гибридизации и проявляют гетерозисный эффект.

Таким образом, приведённые данные показывают целесообразность селекции и возделывания сортов гороха морфотипа хамелеон в Северном Зауралье.

Урожайность рассечённолисточковых линий в обсуждаемом опыте в среднем была ниже усатых образцов и хамелеонов. В первую очередь это объясняется их недостаточной устойчивостью к полеганию. Однако, в 2019 г. линия Рас-1098/8 среди всех испытываемых образцов, кроме Ус-91/16, Ус-115/16 и Темпа, показала наиболее высокую урожайность – 4,83 т/га и по этому показателю сравнялась с лучшим стандартным сортом Томас.

Рассечённолисточковый морфотип характеризуется хорошим развитием фотосинтетического аппарата и корней, высокой активностью антиоксидантной системой неспецифической устойчивости (пероксидаза, каталаза, аскорбиновая кислота, каротиноиды). Благодаря последнему линия Рас-1098/8 в условиях Орловской области отличалась повышенной устойчивостью к мучнистой росе, корневым гнилям и ржавчине [6].

В опытах ФНЦ ЗБК (А.Н. Зеленов и др., 2017) была установлена оптимальная норма высева для сортов рассечённолисточкового морфотипа – 0,9 млн. всхожих семян на гектар. При этой норме линия Рас-1098/8 показала в опыте не только высокую урожайность – 5,19 т/га в 2017 г., но и лучшую устойчивость к полеганию: при норме высева 1,5 млн. в.с./га она составила 3,0 балла, при 1,2–3,3 балла, при 0,9–3,8 балла.

Урожайный потенциал рассечённолисточковой формы так же, как и хамелеонов и люпиноидов в полной мере реализуется на высоком уровне почвенного питания при возделывании по интенсивной технологии. Так, в НПО «Бетагран-Семена» (Орловская область) в благоприятном по погодным условиям 2022 году лучшие образцы этих морфотипов в контрольном питомнике (площадь делянки 9 м², повторность 4-кратная) показали высокую урожайность семян и практически не полегли (табл. 3).

Таблица 3

**Урожай семян и устойчивость к полеганию лучших образцов гороха
в НПО «Бетагран-Семена», 2022 г.**

Хамелеоны			Рассечённолисточковые			Усатые люпиноиды		
Образцы	Урожай, т/га	Устойчив. к полеганию, балл	Образцы	Урожай, т/га	Устойчив. к полеганию, балл	Образцы	Урожай, т/га	Устойчив. к полеганию, балл
Спартак	6,36	5,0	Рас-1098/8	6,58	4,0	ЛУ-115-09	6,36	4,5
Аз-27/19	6,01	4,8	Рас-9/16	5,97	4,5	ЛУ-173/18	5,78	4,0
ТМ-06-457	5,58	4,5	Рас-983/20	5,83	4,0	ЛУ-172/17	5,59	3,8
Урожайность стандартного для Орловской области усатого сорта чешской селекции Гамбит составила 5,28 т/га, устойчивость к полеганию 5,0								

Значит, для формирования структур устойчивости стебля к полеганию растению требуется дополнительные затраты энергии. «Только имея достаточные запасы свободной энергии, аккумулированные в процессе фотосинтеза, культивируемые растения и агросистема могут обеспечить высокую потенциальную продуктивность и экологическую устойчивость, а, следовательно, и высокую урожайность в варьирующих условиях внешней среды» – утверждал А.А. Жученко [7].

Как показал анализ результатов государственного испытания сорта Спартак, возрастающие дозы удобрений экспоненциально увеличивают прибавку урожайности и окупаются при этом повышением рентабельности и чистого дохода при снижении себестоимости производства зерна [8]. Возделывание сортов гороха типа хамелеон и, по всей вероятности, рассечённолисточковых по экстенсивной технологии *расточительно*.

Реализация потенциала урожайности у люпиноидов затруднена вследствие одновременного потока ассимилятов сразу во все развивающиеся бобы, который в обычных условиях растение обеспечить не может. Отмеченная высокая семенная продуктивность в «Бетагран-Семена» в 2022 году связана с умеренно тёплой погодой в фазу созревания бобов, увеличением продолжительности этого периода и высокой обеспеченностью продуктами ассимиляции. В Северном Зауралье такие условия могут наблюдаться крайне редко и поэтому считаем, что селекция люпиноидов здесь бесперспективна.

На основании изучения структуры семенной продуктивности образцов гороха селекции ФНЦ ЗБК (табл. 4) для использования в гибридизации рекомендуются генотипы:

- устойчивые к полеганию: Русь, Ус-115/16, ЛУ-115-09;
- крупносемянные: Родник, Яг-07-643, Яг-11-104, Темп;
- с большим количеством бобов на растении: Фараон, Яг-07-643, Яг-10-384, ЛУ-138-16;
- по озернённости боба: Родник, Ус-95/16, Х₂-12-90, Рас-1098/8.

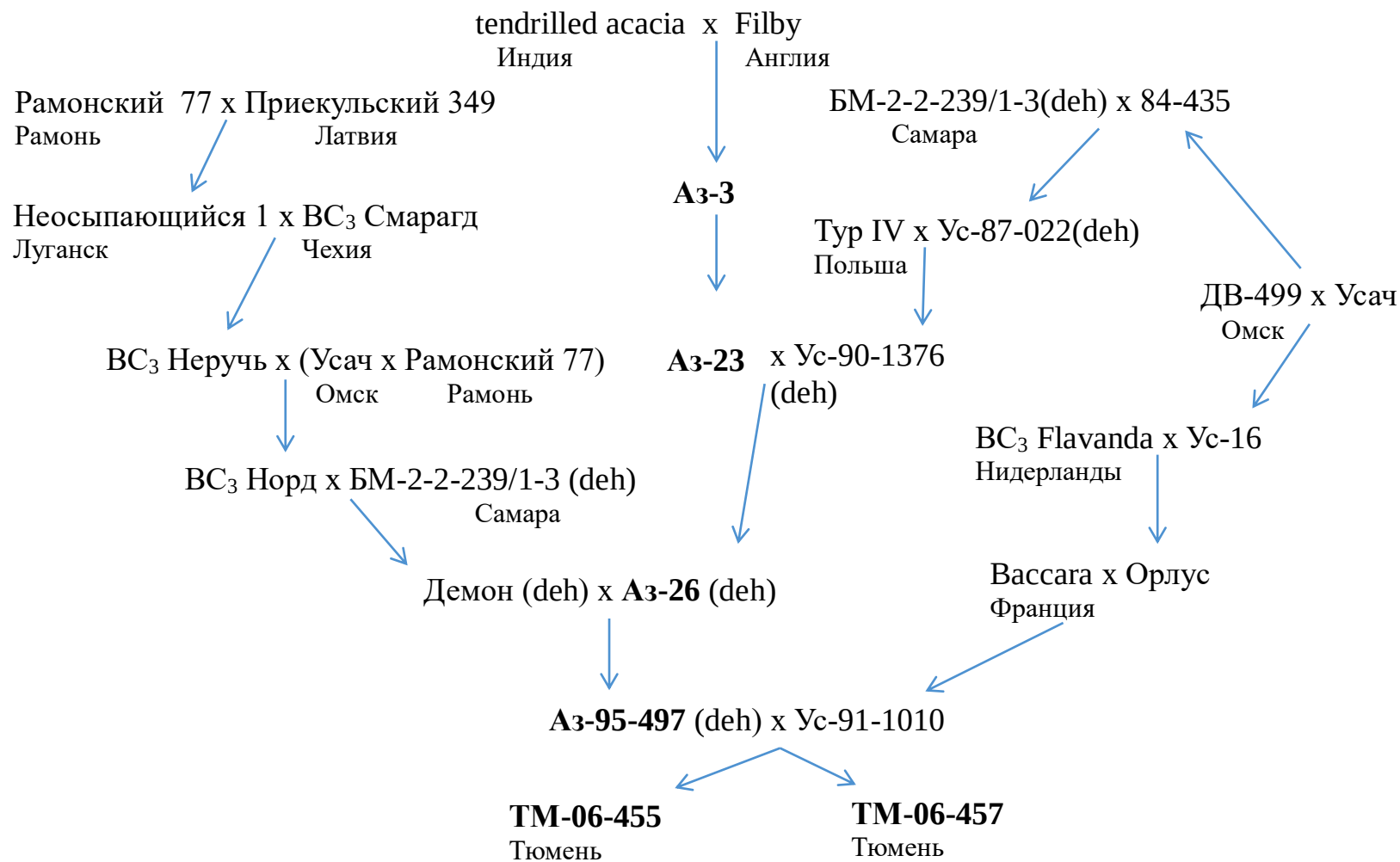


Рис. Родословная линий морфотипа хамелеон (обозначены жирным шрифтом)
Образцы, под названиями которых на рисунке не указано их географическое происхождение, созданы в ФНЦ ЗБК
(г. Орёл, Россия)

Таблица 4

**Структура семенной продуктивности сортов и линий гороха селекции ФНЦ ЗБК,
Тюмень, 2018, 2019, 2021 гг.**

Сорт, линия	Масса семян с растения, г	Масса 1000 семян, г	Количество семян с растения, шт.	Количество бобов с растения, шт.	Количество семян в бобе, шт.
Русь – St ₁	3,30	262,9	12,3	3,63	3,38
Томас – St ₂	3,40	233,1	14,5	4,26	3,36
Сорта и линии усатого морфотипа					
Ус-95/16	3,21	218,3	14,5	3,62	3,96
Ус-115/16	3,19	229,5	13,8	3,57	3,85
Родник	3,56	255,2	13,9	3,48	4,01
Фараон	2,97	211,6	14,0	4,19	3,36
Линии морфотипа хамелеон					
Яг 07-643	3,46	237,5	14,6	4,15	3,49
Яг 10-384	3,23	215,3	15,0	4,08	3,68
Яг 11-104	3,33	245,0	13,5	4,07	3,32
X ₂ 12-89	3,09	221,5	14,0	4,03	3,48
X ₂ 12-90	3,08	215,2	13,9	3,80	3,66
Линии рассечённолисточкового морфотипа					
Рас-1070/8	2,92	228,2	12,9	4,00	3,16
Рас-1098/8	3,13	234,4	13,3	3,60	3,68
Рас-1098/8 (def)	3,05	256,5	11,8	3,95	2,95
Рас-828/9	3,14	253,0	12,3	4,08	2,99
Рас-1002/13	2,97	242,8	12,0	3,84	3,16
Люпиноиды					
ЛУ-115-09	2,75	184,6	13,9	3,79	3,64
ЛУ-138-16	2,77	172,3	16,0	6,04	2,66
Сорт листочкового морфотипа					
Темп	3,51	249,5	14,0	3,92	3,56

В 2007 году в результате совместной работы ФНЦ зернобобовых и крупяных культур, НИИСХ Северного Зауралья и Сибирского НИИ растениеводства и селекции был создан и передан на государственное испытание безлисточковый сорт Русь. С 2010 г. он допущен к использованию в Западно-Сибирском и Восточно-Сибирском регионах. Максимальная урожайность Руси на сортоучастках достигала 4,10 т/га (2008 г., Томская сортоиспытательная станция). В 2010 г. в крестьянском хозяйстве с высокой культурой земледелия «Пчела» Тюменского района Тюменской области урожай этого сорта составил 6,0 т/га на площади 20 га.

Родоначальная линия сорта Русь получена в НИИСХ СЗ индивидуальным отбором из F₄ Белус х Ус 90-3000 орловского происхождения. Белус – усатый сорт из Беларуси. Ус-90-3000 – сестринская по отношению к сорту Батрак линия, отличающаяся наличием крупных парных прицветничков, контролируемых аллелем *brac*. Сорт Русь унаследовал этот признак. По-видимому, в продукционном процессе он выполняет функцию аналогичную флаговому листу злаковых [9].

Ценный безлисточковый источник устойчивости к полеганию – Крепыш – получен в НИИСХ СЗ из F₇ орловской комбинации Аз-96-610 (хамелеон, ФНЦ ЗБК) х Адепт (листочковый, Чехия). В 2016-2017 гг. Крепыш проходил госиспытание в Волго-Вятском, Уральском, Западно-Сибирском и Восточно-Сибирском регионах сортоиспытания. Несмотря на отдельные положительные результаты, госиспытания не выдержал. Но из-за высокой

устойчивости к полеганию используется как источник этого признака и во многих случаях в гибридных комбинациях отмечен гетерозисный эффект.

Таким образом, в результате многолетних исследований показана эффективность взаимовыгодного творческого сотрудничества НИИСХ Северного Зауралья и ФНЦ зернобобовых и крупяных культур по селекции гороха.

Установлена целесообразность селекции морфотипа хамелеон для условий лесостепи Северного Зауралья. У рассечёнолисточкового морфотипа необходимо генетическими и агротехническими методами повысить устойчивость растений к полеганию. По-видимому, проблематично создание конкурентоспособных сортов-люпиноидов для этого региона.

При обмене селекционным материалом для создания сортов в Северном Зауралье предпочтительно использовать гибридные комбинации из ФНЦ ЗБК. Выделенные же в НИИСХ СЗ константные линии могут быть родоначальниками новых сортов в Среднерусской лесостепи.

Из гибридной комбинации ФНЦ ЗБК в НИИСХ Северного Зауралья создан безлисточковый сорт Русь. Подготовлены для передачи на государственное сортоиспытание высокоурожайные линии морфотипа хамелеон ТМ-06-455 и ТМ-06-457.

Выделенные из селекционного материала ФНЦ ЗБК генисточники хозяйственно ценных признаков используются при гибридизации в селекционном процессе.

Работа выполнена в рамках Договора о творческом и научно-исследовательском сотрудничестве ФГБНУ «ФНЦ ЗБК» и ФГБНУ «НИИСХ Северного Зауралья» от 20.03.2017 г.

Литература

1. Зеленов А.Н., Зеленов А.А. Сто лет орловской селекции гороха. Итоги и перспективы// Зернобобовые и крупяные культуры. – 2022. – № 2(42). – С. 41-49. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-2-41-59.
2. Зеленов А.Н., Задорин А.М., Уваров В.Н., Зеленов А.А. Генисточники для селекции гороха на повышение биоэнергетического потенциала растения и методы работы с ними // Земледелие. – 2016. – № 4. – С. 29-32.
3. Зотиков В.И. (ред.) Всероссийский научно-исследовательский институт зернобобовых и крупяных культур: история и современность. (Издание второе, исправленное и дополненное). – Орёл, – 2015. – 398 с.
4. Зеленов А.Н., Наумкина Т.С., Задорин А.М., Уваров В.Н., Зеленов А.А. Орловский центр создания нового генетического разнообразия гороха// Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, Т.176, Вып.3. – С. –Пб. – 2014. – С. 49-57.
5. Вавилов Н.И. Научные основы селекции пшеницы// Теоретические основы селекции. – М.: «Наука», – 1987. – С. 215-408.
6. Зеленов А.А. Морфофизиологические особенности и селекционная ценность рассечёнолисточковой формы гороха. Автореф... дисс...канд. с.-х. наук. – Орёл, – 2017. – 24 с.
7. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство эколого-генетические основы: теория и практика. В трёх томах. Том 1. – М.: «Агрорус», –2008. – С. 248.
8. Zelenov A.N., Zadorin A.M. and Zelenov A.A. Advantages and economic efficiency of cultivation of pea varieties of morphotype chameleon// JOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 650 (2021) 012107. Дата обращения 05.04.2021. DOI: 10.1088/1755-1315/650/1/012107.
9. Зеленов А.Н., Титенок Т.С. Роль прицветничков в формировании семенной продуктивности у гороха // Доклады РАСХН. – 2001. – № 6. – С. 8-10.

References

1. Zelenov A.N., Zelenov A.A. Sto let orlovskoi seleksii gorokha. Itogi i perspektivy [One Hundred Years of Orel Pea Breeding. Results and prospects]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2022, no.2 (42), pp. 41-49. DOI: 10.24412/2309-348Kh-2022-2-41-59. (In Russian)

2. Zelenov A.N., Zadorin A.M., Uvarov V.N., Zelenov A.A. Genistochniki dlya selektsii gorokha na povyshenie bioenergeticheskogo potentsiala rasteniya i metody raboty s nimi [Genetic sources for pea breeding to increase the bioenergetic potential of the plant and methods of working with them]. *Zemledelie*, 2016, no. 4, pp. 29-32. (In Russian)
3. Zotikov V.I., ed. Vserossiiskii nauchno-issledovatel'skii institut zernobobovykh i krupyanykh kul'tur: istoriya i sovremennost' [All-Russian Research Institute of Legumes and Groat Crops: Past and Present]. Orel, 2015, 398 p. (In Russian)
4. Zelenov A.N., Naumkina T.S., Zadorin A.M., Uvarov V.N., Zelenov A.A. Orlovskii tsentr sozdaniya novogo geneticheskogo raznoobraziya gorokha [Orel Center for Creation of New Pea Genetic Diversity]. *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii*, V.176, 3, St. Petersburg, 2014, pp. 49-57. (In Russian)
5. Vavilov N.I. Nauchnye osnovy selektsii pshenitsy [Scientific basis of wheat breeding] Teoreticheskie osnovy selektsii [Theoretical foundations of breeding], Moscow, «Nauka», 1987, pp. 215-408. (In Russian)
6. Zelenov A.A. Morfofiziologicheskie osobennosti i selektsionnaya tsennost' rassechennolistochkovoi formy gorokha [Morphophysiological features and breeding value of the dissected leafy form of pea]. PhD thesis (Agric.), Orel, 2017, 24 p. (In Russian)
7. Zhuchenko A.A. Adaptivnoe rastenievodstvo (ekologo-geneticheskie osnovy) teoriya i praktika. V trekh tomakh [Adaptive crop production (ecological and genetic foundations) theory and practice. In three volumes]. Vol. 1, Moscow, «Agrorus», 2008, pp. 248. (In Russian)
8. Zelenov A.N., Zadorin A.M. and Zelenov A.A. Advantages and economic efficiency of cultivation of pea varieties of morphotype chameleon // JOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 650 (2021) 012107. Accessed: 05.04.2021. DOI: 10.1088/1755-1315/650/1/012107.
9. Zelenov A.N., Titenok T.S. Rol' pritsvetnichkov v formirovanii semennoi produktivnosti u gorokha [The role of bracts in the formation of seed productivity in peas]. *Doklady RASKhN*, 2001, no. 6, pp. 8-10. (In Russian)

ВЛИЯНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ СЕМЯН ВИКИ ПОСЕВНОЙ

Н.А. ЧЕРНЕНЬКАЯ, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР», г. Орел

E-mail: nadejdazbk@mail.ru

При некорневой обработке Гумистимом зелёная масса растения увеличилась на 3,5-4,5 г, а длина растений – на 6,2-7,4 см. При обработке Агринос 2 масса растения увеличилась на 6,3-7,0 г, и на 4,5-5,8 см – длина растений.

Некорневая обработка в фазу начало бутонизации достоверно увеличивала количество плодущих узлов до 4,4-4,8 шт., количество бобов на 1,6-4,5 шт. (Гумистим), и на 6,0-7,4 шт., (Агринос 2); количество семян на 1,7-15,4 шт. (Гумистим), и на 24,8-12,4 шт. (Агринос 2). Масса семян с одного растения увеличилась до 5,6-5,9 г.

В среднем за 2 года некорневая обработка в фазу бутонизации органическим удобрением Гумистим увеличила урожайность вики на 6,2%, а микробиологическим удобрением Агринос 2 – на, 11,5%. Листовая подкормка в фазу ветвления Гумистимом повысила урожайность вики на 1,6% и на 9,5% – Агринос 2.

Дополнительный доход при применении Гумистима составил 6,07 тыс. руб./га, а – Агринос 2 – 22,98 тыс. руб./га.

Ключевые слова: вика посевная, некорневая обработка, микробиологическое удобрение, Агринос 2, Гумистим.

Для цитирования: Черненкокая Н.А. Влияние микробиологических удобрений на урожайность семян вики посевной. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2023; 1(45):22-28. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-1-22-28

EFFECT OF MICROBIOLOGICAL FERTILIZERS ON THE YIELD OF COMMON VETCH SEEDS

N.A. Chernenkaya

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

Abstract: *With foliar treatment with Gumistim, the green mass of the plant increased by 3.5-4.5 g, and the length of the plants - by 6.2-7.4 cm. When treated with Agrinos 2, the weight of the plant increased by 6.3-7.0 g, and by 4.5-5.8 cm – the length of the plants.*

Foliar treatment in the phase of the beginning of budding significantly increased the number of fruiting nodes up to 4.4-4.8 pcs, the number of beans by 1.6-4.5 pcs (Gumistim), and by 6.0-7.4 pcs, (Agrinos 2); the number of seeds by 1.7-15.4 pcs (Gumistim), and by 24.8-12.4 pcs (Agrinos 2). The mass of seeds from one plant increased to 5.6-5.9 g.

On average, over 2 years, foliar treatment in the budding phase with organic fertilizer Gumistim increased the yield of vetch by 6.2%, and with microbiological fertilizer Agrinos 2 – by 11.5%. Foliar feeding in the branching phase with Gumistim increased the yield of vetch by 1.6% and by 9.5% – Agrinos 2.

Additional income when applying Gumistim amounted to 6.07 thousand rubles/ha, and Agrinos 2-22.98 thousand rubles/ha.

Keywords: common vetch, foliar treatment, microbiological fertilizer, Agrinos 2, Gumistim.

Одной из самых острых проблем последних двух десятилетий в аграрном секторе является снижение плодородия почвы и ухудшение кормовой базы животноводства.

Основная причина – резкое сокращение посевных площадей зернобобовых культур. В структуре посевов России все зернобобовые культуры и соя, вместе взятые, составляют всего 3%, а потребность в зерне этих культур составляет около 6 млн. т. Однако сейчас объем их производства в четыре раза меньше – только 1,6 млн. т [1].

Яровая вика универсальная культура многоцелевого использования, обладающая высоким средообразующим, кормопродукционным и ресурсосберегающим потенциалом. Её ценность определяется способностью давать высокую урожайность зелёной массы (400-500 ц/га) и семян (30-40 ц/га), охотно поедаемых всеми видами сельскохозяйственных животных без термической обработки. По содержанию белка в зелёной массе (3-3,5%) вика превосходит все другие культуры, а по содержанию его в семенах (27-35%) уступает лишь люпину [2, 3].

Велика агроэкологическая роль вики. Она является уникальной сидеральной культурой. Обогащая почву симбиотическим азотом и органическим веществом, вика не истощает почву (как соя), а наоборот, повышает уровень ее плодородия, и улучшает ее физическое, химическое и фитосанитарное состояние [2, 3, 4]. Вика является хорошим предшественником для всех не бобовых культур.

В ЦЧР постоянно сохраняется острый дефицит семян вики до настоящего времени и увеличение их производства – актуальная задача. На формирование 1т семян и соответствующего количества надземной массы вика посевная потребляет из почвы (кг) N-65-120; P-15; K₂O-18, т.е. средний вынос питательных веществ, однако потребность в питательных веществах вследствие короткого периода вегетации относительно высока [2, 4, 5]. Культура проявляет высокую отзывчивость на внесение минеральных удобрений, а также микроэлементов (молибдена, бора, цинка). Урожайность семян при этом повышается на 25%, усиливается фиксация азота из атмосферы. Потребление питательных элементов заканчивается в конце цветения [4, 5]. Однако в настоящее время вносят дозы минеральных, удобрений позволяющие удовлетворить потребность растений в питательных веществах только в начальный период их развития. Дальнейшее их потребление происходит за счёт естественного плодородия почв.

Один из приёмов коррекции питания растений в ответственные периоды развития – некорневая подкормка комплексными удобрениями. По многочисленным исследованиям (Золотарев В.Н. (2018), Новикова Н.Е. (2020), Тихонович И.А. (2018)), применение современных микробиологических препаратов оказывает благотворное влияние на процессы роста и развития сельскохозяйственных растений, как в качественных, так и количественных показателях, напрямую влияя на уровень их урожайности [6, 7, 8].

Цель работы – изучить эффективность листовых подкормок семенных посевов вики посевной микробиологическими препаратами Агринос 2 и Гумистим.

Методика исследований

Исследования проведены в 2019, 2021 гг. в полевых опытах севооборота ФНЦ ЗБК.

Объект исследования – сорт яровой вики Никольская, селекции ФНЦ ЗБК, внесённый в Госреестр селекционных достижений РФ с 2004 года по шести регионам России и республике Беларусь [9].

Для двукратной некорневой обработки использовали микробиологические препараты Агринос 2 – 1,25 л/га и Гумистим – 2 л/га на 300 л/га воды.

Первая листовая подкормка проведена в критический период – фазу начало ветвления (7-9 день после появления всходов), вторая – в фазу начало бутонизации.

Агринос 2 – жидкое микробиологическое удобрение. Действующее вещество препарата – микроэлементы + аминокислоты. Содержит комплекс биодоступных питательных элементов: свободные L-аминокислоты – 4,5%, белки (протеины) – 6,2%, органический углерод (C) – 7,2%; минеральные элементы: N – 1,2%, K – 0,7%, Mn – 5,6 мг/кг, Cu – 6,0 мг/кг, Fe – 46,0 мг/кг, хитин, хитозан и глюкозамин – 4%, pH – 4.

Гумистим – жидкое органическое удобрение. Препарат содержит в себе все компоненты биогумуса в растворенном состоянии: гумины, фульвокислоты, витамины,

природные фитогормоны, микро- и макроэлементы в виде биодоступных органических соединений и споры полезных почвенных микроорганизмов. Массовая доля гуминовых веществ – 2,5-17,5%; массовая доля органического вещества – 49%; NPK – не менее 5%; микроэлементы: Mn, Cu, B, Mo, Sn, значение pH – 7-9,5 [10].

Посев рядовой, сеялка СКС-6-10. Площадь делянки 11 м², повторность 4-х кратная, размещение делянок рендомизированное.

Учёты и наблюдения (фенологические наблюдения за растениями, полнота всходов, динамика роста, структуру урожая, биологическая урожайность) осуществляли согласно установленным «Методическим указаниям по проведению полевых исследований с кормовыми культурами» (М., 1997). Уборка опытных делянок проведена поделочно селекционным малогабаритным комбайном «Samro – 130».

Статистическая обработка экспериментальных данных – по Б.А. Доспехову (1985).

Результаты исследований

Условия вегетационного периода являются одним из важнейших факторов, под влиянием которого формируется урожай сельскохозяйственных культур. Метеорологические условия в годы проведения исследования заметно различались по температурному режиму и количеству осадков. Это, безусловно, отразилось на фазах роста и развития культуры, периоде вегетации, эффективности листовых подкормок и в конечном итоге на урожайности.

Тёплая погода (на 3,7-1,3°C выше нормы) в апреле – мае 2019 года и достаточное увлажнение способствовали дружному появлению всходов вики на 11 день (08.05.19.) после посева. Благоприятный период для роста и развития культуры складывались вплоть до начала цветения (14.06.19.). В период цветения – созревание (14.06.-26.07.) наблюдались перепады температуры и неравномерное выпадение осадков. Жаркая (на 4,5 – 4,8°C выше нормы) и сухая погода менялась на прохладную (на 2,5-1,6°C холоднее нормы) и умеренно влажную (66,5-61,9% декадной нормы), а та в свою очередь на теплую и дождливую (233% декадной нормы). Условия для роста и развития растений были относительно благоприятные. Вегетационный период в 2019 году составил 80 дней; сумма эффективных температур – 1319,8°C, а сумма осадков за период вегетации – 252,9 мм.

Из-за неблагоприятных метеоусловий в начале вегетационного периода 2020 года изреженные всходы вики появились только на 18 день (17.05.19.). Температурный режим в апреле и мае сложился на 0,7-3,7°C холоднее нормы. Период развития от всходов до цветения (25.06.20.) проходил в условиях избыточного увлажнения (201 - 189 - 141,2% декадной нормы) и перепадов температуры воздуха по декадам (от 3,8°C холоднее нормы до 5,4°C выше нормы). Условия для роста и развития растений были недостаточно благоприятными. Некорневые обработки микробиологическими удобрениями не смогла нивелировать действие стрессовых условий вегетационного периода. Избыточное увлажнение (125,3 - 204 - 115% декадной нормы) в период цветения – созревание (25.06.-10.08.) вызвало израстание растений и сильное полегание. Это задержало созревание семян и отрицательно повлияло на их урожайность и качество, сумма эффективных температур за данный период – 1322°C; сумма осадков – 294 мм.

Из-за экстремальных погодных условий данные 2020 года не приведены.

В 2021 году благоприятные погодные условия для посева вики сложились только к 5 мая; всходы появились через 13 дней (18.05.21.). Период развития от всходов до цветения (29.06.21.) проходил при оптимальном температурном режиме (без резких перепадов) и достаточном увлажнении (109,5 - 85,5 - 66% декадной нормы). Это благоприятно влияло на формирование вегетативных и генеративных органов. Жаркая (на 2,5 – 6,4°C выше нормы) и умеренно сухая (66-30% декадной нормы) погода в период цветения – созревание (29.06.-23.07.) ускоряла развитие и созревание культуры. Период вегетации вики в 2021 году составил всего 67 дней, сумма эффективных температур – 1324°C; сумма осадков за истекший период – 203,4 мм.

Результаты проведённых исследований показали, что листовая подкормка вики микробиологическими препаратами в фазу ветвления способствовала лучшему развитию

вегетативных органов растений (табл. 1). При некорневой обработке Гумистимом зелёная масса растения увеличилась на 3,5- 4,5 г, а длина растений – на 6,2-7,4 см. При обработке Агринос 2 масса растения увеличилась уже на 6,3-7,0 г и на 4,5-5,8 см – длина растений.

Таблица 1

Влияние способов обработки на длину растений и нарастание зелёной массы

№ п/п	Вариант	Бутонизация		Созревание
		масса растения, г	длина растения, см	длина растения, см
2019 г.				
1	Контроль	17,2	43,3	76,5
2	Гумистим - фаза ветвления	20,7	49,5	77,5
3	Агринос 2 - фаза ветвления	23,5	47,8	76,9
2021 г.				
1	Контроль	14,8	68,4	111,7
2	Гумистим - фаза ветвления м	19,3	75,8	115,3
3	Агринос 2 - фаза ветвления	21,8	74,2	110,3

Высокую эффективность микробиологических препаратов подтверждает анализ элементов структуры урожая (табл. 2).

Таблица 2

Влияние биопрепаратов на структуру урожайности вики посевной Никольская

Варианты	Количество, шт.			Масса семян, г	
	плодущих узлов	бобов с одного растения	семян с одного растения	с одного растения	1000
2019 г.					
Контроль	3,9	12,8	67,4	4,6	68,7
Гумистим - фаза ветвления	4,0	13,1	70,3	4,7	68,8
Гумистим - фаза начало бутонизации	4,4	14,4	82,8	5,1	67,9
Гумистим - фаза ветвления + фаза начало бутонизации	4,1	13,3	72,6	4,8	68,1
Агринос 2 - фаза ветвления	4,1	14,1	70,5	4,7	67,9
Агринос 2 - фаза начало бутонизации	4,2	18,8	92,2	5,6	68,8
Агринос 2 - фаза ветвления + фаза начало бутонизации	4,0	14,3	86,4	5,2	68,3
НСР ₀₅	0,15	0,32	0,84	0,21	0,89
2021 г.					
Контроль	4,3	14,5	76,8	4,9	64,3
Гумистим - фаза ветвления	4,4	17,0	77,1	4,3	63,8
Гумистим - фаза начало бутонизации	4,8	19,0	78,5	5,4	64,8
Гумистим - фаза ветвления + фаза начало бутонизации	4,3	18,1	78,0	5,0	64,2
Агринос 2 - фаза ветвления	4,5	16,7	78,9	5,8	63,2
Агринос 2 - фаза начало бутонизации	4,8	21,9	89,2	5,9	65,0
Агринос 2 - фаза ветвления + фаза начало бутонизации	4,4	15,1	80,0	6,1	63,0
НСР ₀₅	0,17	0,41	1,0	0,70	0,64

Листовые подкормки вики положительно повлияли на формирование и развитие генеративных органов. Некорневая обработка препаратами в фазу начало бутонизации достоверно увеличивала количество плодущих узлов с 3,9-4,3 шт. до 4,4-4,8 шт. Увеличение количества бобов и семян с одного растения при листовой подкормке наблюдалось и в фазу ветвления и в фазу бутонизации. Более интенсивное увеличение количества бобов и семян отмечено при обработке препаратами в фазу начало бутонизации. Наибольшая эффективность отмечена у микробиологического удобрения Агринос 2. Здесь количество бобов увеличилось на 6,0-7,4 шт., а семян на 24,8-12,4 шт.

Наибольшая масса семян с растения (5,6, 5,9, 6,1 г) так же отмечена в вариантах с Агринос 2.

Таблица 3

Влияние биопрепаратов на урожайность вики посевной

Варианты	Урожайность, т/га								
	2019	+/- к контролю	%, к контролю	2021	+/- к контролю	%, к контролю	средняя за 2 года	+/- к контролю	%, к контролю
Контроль	2,40	-	-	2,45	-	-	2,43	-	-
Гумистим - фаза ветвления	2,45	+ 0,05	2,1	2,48	+ 0,03	1,2	2,47	+ 0,04	1,6
Гумистим - фаза начало бутонизации	2,53	+ 0,13	5,4	2,62	+ 0,17	6,9	2,58	+ 0,15	6,2
Гумистим - фаза ветвления + фаза начало бутонизации	2,48	+ 0,08	3,3	2,52	+ 0,07	2,9	2,50	+ 0,07	2,9
Агринос 2 - фаза ветвления	2,59	+ 0,19	7,9	2,73	+ 0,28	11,4	2,66	+ 0,23	9,5
Агринос 2 - фаза начало бутонизации	2,61	+ 0,21	8,8	2,87	+ 0,42	17,1	2,71	+ 0,28	11,5
Агринос 2 - фаза ветвления + фаза начало бутонизации	2,49	+ 0,09	3,8	2,53	+ 0,08	3,3	2,51	+ 0,08	3,3
НСР ₀₅	0,11			0,16					

Микробиологические удобрения Агринос 2 и Гумистим, используемые для некорневых обработок семенных посевов яровой вики Никольская, способствовали увеличению урожайности культуры (табл. 3). Так, в фазу ветвления листовая подкормка Агринос 2 дала прибавку 0,19-0,28 т/га или 7,9-11,4%, а Гумистимом – 0,05-0,03 т/га или 2,1-1,2%. Наиболее эффективной оказалась листовая подкормка в фазу начало бутонизации. Обработка Гумистимом в фазу бутонизации достоверно повышала урожайность на 5,4-6,9%, т.е. 0,13-0,17 т/га. Применение Агринос 2 в фазу бутонизации увеличила урожайность вики на 8,8-17,1% или 0,21-0,42 т/га.

В среднем за 2 года некорневая обработка в фазу начало бутонизации органическим удобрением Гумистим увеличила урожайность вики по сравнению с контролем на 0,15 т/га или 6,2%, а микробиологическим удобрением Агринос 2 – на 0,28 т/га или 11,5%. За тот же период листовая подкормка в фазу ветвления Гумистимом повысила урожайность вики на 1,6%, а Агринос 2 – на 9,5%.

При двукратной некорневой обработке препаратами (фаза ветвления + фаза начало бутонизации) наблюдается затухание эффекта. Здесь прибавка с Гумистимом составила только 2,9% и 3,3% при применении Агринос 2.

Анализ расчёта агроэкономической эффективности используемых микробиологических удобрений показывает, что при незначительных затратах на препараты – 0,23 тыс. руб./га и 1,41 тыс. руб./га дополнительный чистый доход составляет 6,07 тыс. руб./га и 22,98 тыс. руб./га. Изученные препараты можно применять как самостоятельно, так и в баковых смесях с пестицидами (табл. 4).

Таблица 4

Агроэкономическая эффективность использования микробиологических удобрений

	Вариант	Стоимость, тыс. руб./га		Затраты на препараты, тыс. руб./га	Дополнительный доход, тыс. руб./га
		продукции	прибавки		
1	Контроль	104,85	-	-	-
2	Агринос 2	129,15	24,3	1,41	22,98
3	Гумистим	111,15	6,30	0,23	6,07

Заключение

Листовая подкормка вики посевной микробиологическими удобрениями в фазу ветвления способствовала лучшему развитию вегетативных органов растений. При некорневой обработке Гумистимом зелёная масса растения по сравнению с контролем увеличилась на 3,5-4,5 г, длина растений – на 6,2-7,4 см. При обработке Агринос 2 зелёная масса растения увеличилась на 6,3-7,0 г, и на 4,5-5,8 см – длина растений.

Некорневая обработка в фазу начало бутонизации достоверно увеличивала количество плодущих узлов до 4,4-4,8 шт., количество бобов – на 1,6-4,5 шт. (Гумистим) и на 6,0-7,4 шт. (Агринос 2); количество семян с растения – на 1,7-15,4 шт. (Гумистим) и на 24,8-12,4 шт. (Агринос 2). Масса семян с одного растения увеличилась до 5,6-5,9 г.

В среднем за 2 года некорневая обработка в фазу начало бутонизации органическим удобрением Гумистим увеличила урожайность вики на 6,2%, а микробиологическим удобрением Агринос 2 – на 11,5%. Листовая подкормка в фазу ветвления Гумистимом повысила урожайность вики на 1,6% и на 9,5% – Агринос 2 относительно контрольного варианта.

Дополнительный доход при применении органического удобрения Гумистим в фазу начало бутонизации составил 6,07 тыс. руб./га и 22,98 тыс. руб./га при использовании микробиологического удобрения Агринос 2.

Литература

1. Долгосрочная стратегия развития зернового комплекса Российской Федерации до 2035 года [Электронный ресурс]. /Agrovesti. net.
2. Биология яровой вики и технология её возделывания на семена [Электронный ресурс]. <https://poisk-ru.ru/s18126t15.html>.
3. Зотиков В.И., Зайцева А.И., Зайцев В.Н., Борзёнок Г.А., Глазова З.И. Ресурсосберегающая технология производства вики яровой: брошюра. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. – 36 с.
4. Технология возделывания вики яровой на семена [Электронный ресурс] <https://www.activestudy.info/tehnologiya-vozdelvaniya-viki-yarovo-na-semena/>
5. Вика яровая (*Vicia sativa* L.). Технология возделывания в Центральном районе Нечерноземной зоны Российской Федерации. – М.: МосНИИСХ, –2014. – 72 с.
6. Глазова З.И. Использование органоминеральных агрохимикатов при возделывании чечевицы. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – №1 (33). – С. 40-45. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11153

7. Ерохин А.И. Эффективность внекорневой (листовой) обработки растений гороха препаратом Гумат+7. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2022. – №1(41). – С. 56-60. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-1-56-60
8. Черненькая Н.А. Эффективность применения микроудобрений при производстве семян озимой пшеницы. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – №1 (37). – С. 112-119. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-1-112-119
9. Полухин А.А., Зотиков В.И., Сидоренко В.С., Панарина В.И. Бобков С.В., Бударина Г.А., Грядунова Н.В. и др. // Селекционные достижения Федерального научного центра зернобобовых и крупяных культур. Каталог сортов. Орёл. Изд-во ПФ ООО «Картуш». – 2022. – 204 с.
10. Агринос 2 Ж [Электронный ресурс] <http://www.eurochemgroup.com/wp-content/uploads/2016/02/biologics-Agrinos.pdf>

References

1. Dolgosrochnaya strategiya razvitiya zernovogo kompleksa Rossiiskoi Federatsii do 2035 goda [Long-term strategy for the development of the grain complex of the Russian Federation until 2035] [Electronic resource]. Agrovesti. net. (In Russian)
2. Biologiya yarovoi viki i tekhnologiya ee vozdel'yvaniya na semena [Biology of spring vetch and technology of its cultivation for seeds][Electronic resource]. <https://poisk-ru.ru/s18126t15.html> (In Russian)
3. Zotikov V.I., Zaitseva A.I., Zaitsev V.N., Borzenkova G.A., Glazova Z.I. Resursosberegayushchaya tekhnologiya proizvodstva viki yarovoi: broshyura [Resource-saving technology for the production of spring vetch: brochure]. Moscow, FGBNU «Rosinformagrotekh», 2014, 36 p. (In Russian)
4. Tekhnologiya vozdel'yvaniya viki yarovoi na semena [Technology of cultivation of spring vetch for seeds] [Electronic resource] <https://www.activestudy.info/tekhnologiya-vozdel'yvaniya-viki-yarovoj-na-semena/> (In Russian)
5. Vika yarovaya (*Vicia sativa* L.). Tekhnologiya vozdel'yvaniya v Tsentral'nom raione Nechernozemnoi zony Rossiiskoi Federatsii [Spring vetch (*Vicia sativa* L.). Cultivation technology in the Central region of the Nonchernozem zone of the Russian Federation]. Moscow, MosNIISKh, 2014, 72 p. (In Russian)
6. Glazova Z.I. Ispol'zovanie organomineral'nykh agrokhimikatov pri vozdel'yvanii chechevitsy [The use of organomineral agrochemicals in the cultivation of lentils]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2020, no.1 (33), pp. 40-45. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11153 (In Russian)
7. Erokhin A.I. Effektivnost' vnekornevoi (listovoi) obrabotki rastenii gorokha preparatom Gumat+7 [Efficiency of foliar (leaf) treatment of pea plants with Gumat+7]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2022, no.1 (41), pp. 56-60. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-1-56-60 (In Russian)
8. Chernen'kaya N.A. Effektivnost' primeneniya mikroudobrenii pri proizvodstve semyan ozimoi pshenitsy [Efficiency of using microfertilizers in the production of winter wheat seeds]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2021, no.1 (37), pp. 112-119. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-1-112-119 (In Russian)
9. Polukhin A.A., Zotikov V.I., Sidorenko V.S., Panarina V.I., Bobkov S.V., Budarina G.A., Gryadunova N.V. et al. Seleksionnye dostizheniya Federal'nogo nauchnogo tsentra zernobobovykh i krupyanykh kul'tur. Katalog sortov [Breeding achievements of the Federal Scientific Center for Legumes and Groat Crops. Variety catalog]. Orel, ООО ПФ «Kartush» Publ., 2022, 204 p. (In Russian)
10. Agrinos 2 Zh [Electronic resource] <http://www.eurochemgroup.com/wp-content/uploads/2016/02/biologics-Agrinos.pdf>

ОСОБЕННОСТИ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ И МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ НОВОГО СОРТА ВИКИ ПОСЕВНОЙ КСЕНИЯ

А.И. ЗАЙЦЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР», г. Орел

В статье изложены результаты создания и изучения нового среднераннего сорта вики посевной яровой Ксения. Сорт с 2022 года внесен в Госреестр селекционных достижений РФ и допущен к использованию в Северо-Западном (2), Волго-Вятском (4) и Средневолжском (7) регионах России. Новый сорт характеризуется высокой урожайностью семян и зелёной массы, оптимальной длиной вегетационного периода, устойчивостью к основным болезням и неблагоприятным факторам среды.

Ключевые слова: вика посевная, селекция, стандарт, сорт, семена, вегетационный период, сухое вещество.

Для цитирования: Зайцева А.И. Особенности хозяйственных и морфологических признаков нового сорта вики посевной Ксения. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2023; 1(45): 29-32. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-1-29-32

FEATURES OF ECONOMIC AND MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF A NEW VARIETY OF COMMON VETCH KSENIA

A.I. Zaitseva

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

Abstract: *The article presents the results of the creation and study of a new medium-early variety of spring vetch Ksenia. Since 2022, the variety has been included in the State Register of Breeding Achievements of the Russian Federation and approved for use in the North-Western (2), Volga-Vyatka (4) and Middle Volga (7) regions of Russia. The new variety is characterized by high yield of seeds and green mass, optimal length of the growing season, resistance to major diseases and adverse environmental factors.*

Keywords: common vetch, breeding, standard, variety, seeds, growing season, dry matter.

Вика посевная является одним из древнейших кормовых растений. Вначале она была пищевым растением, известным в Египте с неолита, за 5 тысячелетий до н.э. Затем стала фуражной культурой (Е.Н. Синская, 1969). В Европе, в средние века, была главным кормовым растением, пока не появились клевер и эспарцет (С.И. Репьев, 1999). В России вика появилась в конце XVIII столетия и довольно быстро вошла в культуру. В начале XIX столетия в смеси с овсом использовалась на юге России.

Высокое содержание белка в вике, а также способность давать урожай сена в год посева, ставят эту траву на одно из первых мест в резервах кормопроизводства. Для растений вики характерен хорошо облиственный, долгое время негрубеющий стебель, с мелкими опушенными листьями, формирующий вегетативную массу на зелёный корм, приготовление сена, силоса, сенажа. Не отличаясь высокой требовательностью к плодородию почвы и экологическим условиям, она возделывается в кормовых и полевых севооборотах, как предшественник яровых и озимых культур, в зелёном конвейере [1].

Цель исследований – создать сорт вики посевной со стабильными по годам семенной продуктивностью, урожайностью кормовой массы, оптимальной длиной вегетационного периода, устойчивостью к основным болезням и неблагоприятным факторам среды.

Методы исследований

Экспериментальная работа по созданию и испытанию сорта проводилась в 2008-2019 гг. в селекционном севообороте ФНЦ ЗБК, который находится в северной части Центрально-Чернозёмного региона. Почвенно-климатические условия Орловской области являются благоприятными для возделывания культуры. Здесь хорошо удаются посевы вики, как на кормовую массу, так и на зерно (А.С. Митрофанов, 1950).

Посев сплошной рядовой сеялкой СКС-6-10 с нормой высева 2,5 млн. всхожих семян/га. Площадь делянки 16 м², повторность 4-х кратная. Стандарт – среднеспелый сорт вики Никольская [2, 3]. Наблюдения, учёты и оценки проводили по Методике госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (1971) и Методическим указаниям ВИР имени Н.И. Вавилова [4]. Для описания признаков сорта и определения ботанической разновидности использовали Широкий универсальный классификатор СЭВ (1983) и Методику проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность (1996).

В 2022 году по результатам государственного сортоиспытания сорт вики посевной Ксения внесён в Государственный реестр селекционных достижений РФ, допущенных к использованию по Северо-Западному, Волго-Вятскому и Средневолжскому регионам на семенные и кормовые цели [5].

Авторы сорта: Зайцева А.И., Бударина Г.А., Бобков С.В., Зеленов А.А., Родионова Т.Н., Ятчук П.В.

Сорт создан методом индивидуального отбора из гибридной популяции F₃ (Ad-46В х Свердловская 238) х Орловская 4. Разновидность *immaculata*. Растения высотой 100-105 см, с вьющейся верхушкой. Общее число междоузлий 30, до первого соцветия 9. В период цветения у листьев формируется 6-7 пар овально-удлинённых листочков. Листочки среднеширокие, форма вершины в средней трети растения прямо вогнутая (рис. 1). Антоциановая окраска на пазухах листьев отсутствует или очень слабая. Облиственность 50%. Время начала цветения раннее. Парус цветка фиолетовый



Рис. 1. Растения вики посевной сортов Ксения и Никольская (St).



Рис. 2. Семена и бобы вики посевной сортов Ксения и Никольская (St).

Боб прямой с загнутым кончиком, светло-коричневый, средне-длинный, слабой опушенности. На одном растении формируется в среднем 17 бобов, максимально – 35. Семена гладкие, округлые, коричневые, средне-крупные (МТС – 66,0 г). Число семян в бобе 6-9 (рис. 2). Окраска семядолей оранжевая, рубчик белый, чётко выражен.

Сорт среднеранний, длина вегетационного периода 86 суток, что на 6 суток короче стандарта. Сорт укосно-зернового использования, удачно сочетает высокую продуктивность семян и вегетативной массы. За годы конкурсного сортоиспытания средняя урожайность семян в монопосеве у нового сорта составила 19,4 ц/га, в бинарной смеси – 20,7 ц/га, что

выше стандарта, соответственно, на 6,7 ц/га и 5,7 ц/га. Максимальная урожайность отмечена в 2017 г. (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность семян вики и вико-овсяной смеси, масса 1000 семян и вегетационный период у нового сорта вики Ксения (КСИ)

Сорт	Урожайность семян вики, ц/га				Урожайность семян вико-овсяной смеси, ц/га				Масса 1000 семян, г	Вегетационный период, сут.
	2017	2018	2019	среднее	2017	2018	2019	среднее		
Ксения	29,1	13,9	15,2	19,4	27,5	17,5	17,1	20,7	66,0	86
Никольская, St	16,9	11,5	9,5	12,7	16,1	13,9	15,0	15,0	51,5	92
НСР ₀₅	6,4	0,8	3,4		2,3	0,9	1,5			

Средняя урожайность зелёной массы у сорта Ксения 434,3 ц/га, сухого вещества 131,9 ц/га, что выше стандарта на 72,4 ц/га и 30,0 ц/га соответственно. По сбору сырого протеина новый сорт превышает стандарт на 4,7 ц/га (табл. 2).

Таблица 2

Урожайность зелёной массы и сухого вещества у сорта Ксения (КСИ)

Сорт	Урожайность зелёной массы, ц/га				Урожайность сухого вещества, ц/га				Сбор сырого протеина, ц/га
	2017	2018	2019	Среднее	2017	2018	2019	Среднее	
Ксения	481,0	341,8	473,3	434,3	141,1	114,7	139,9	131,9	19,9
Никольская, St	428,0	277,7	380,0	361,9	120,0	81,3	104,5	101,9	15,2
НСР ₀₅	23,9	55,7	78,7		14,2	17,4	27,7		

Средняя урожайность семян в Северо-Западном (2) регионе 21,8 ц/га, выше стандарта на 1,7 ц/га. Максимальная урожайность 32,9 ц/га, на 2,4 ц/га выше стандарта Луговская 15, получена в 2021 г. на Калининградском ГСУ Калининградской области. Средняя урожайность семян в Волго-Вятском (4) регионе 19,5 ц/га, максимальная урожайность 38 ц/га получена в 2020 году на Горномарийском ГСУ Республики Марий Эл. Средняя урожайность семян в Средневолжском (7) регионе 23,5 ц/га, выше стандарта на 1,5 ц/га. [6].

Заключение

Таким образом, в результате селекционной работы создан новый среднеранний высокоурожайный сорт вики посевной яровой Ксения. В 2022 году сорт внесён в Государственный реестр селекционных достижений, допущен к использованию в Северо-Западном, Волго-Вятском и Средневолжском регионах России на семенные и кормовые цели.

Литература

1. Дебелый Г.А., Гончаров А.В., Меднов А.В. и др. Новые сорта яровой вики Московского НИИСХ «Немчиновка» // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2017. – № 2. – С. 84-87.
2. Зайцева А.И., Зайцев В.Н. Современные сорта вики посевной. // Земледелие – 2014. – № 4. – С. 17-18
3. Зотиков В.И., Зайцева А.И., Зайцев В.Н. и др. Ресурсосберегающая технология производства вики посевной яровой: – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», –2014. – 36 с.
4. Коллекция мировых растительных ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение: Методические указания. /Вишнякова, М.А., Буравцева Г.В., Булынец С.В. и др. – С-Пб: ВИР, – 2010. – 142 с.
5. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. «Сорта растений» (официальное издание). –М.: ФГБНУ «Росинформагротех», – 2022. – 646 с.

6. Характеристики сортов растений, впервые включённых в 2022 году в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию: официальное издание. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», – 2022. – 504 с.

References

1. Debelyi G.A., Goncharov A.V., Mednov A.V. et al. Novye sorta yarovoi viki Moskovskogo NIISKh «Nemchinovka» [New varieties of spring vetch of the Moscow Research Institute of Agriculture "Nemchinovka"] *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2017, no. 2, pp. 84-87. (In Russian)
2. Zaitseva A.I., Zaitsev V.N. Sovremennye sorta viki posevnoi [Modern varieties of common vetch]. *Zemledelie*, 2014, no.4, pp. 17-18. (In Russian)
3. Zotikov V.I., Zaitseva A.I., Zaitsev V.N. et al. Resursosberegayushchaya tekhnologiya proizvodstva viki posevnoi yarovoi [Resource-saving technology for the production of spring vetch], Moscow, FGBNU «Rosinformagrotekh» , 2014, 36 p. (In Russian)
4. Kolleksiya mirovykh rastitel'nykh resursov zernovykh bobovykh VIR: popolnenie, sokhranenie i izuchenie: Metod. ukaz. [Collection of World Plant Resources of Cereal Legumes VIR: Replenishment, Conservation and Study: Guidelines]. Vishnyakova, M.A., Buravtseva G.V., Bulyntsev S.V. et al, St. Petersburg, VIR, 2010, 142 p. (In Russian)
5. Gosudarstvennyi reestr selektsionnykh dostizhenii, dopushchennykh k ispol'zovaniyu. Tom 1. Sorta rastenii. (Ofitsial'noe izdanie) [State register of breeding achievements approved for use. Volume 1. Varieties of plants. (Official edition)], Moscow, FGBNU «Rosinformagrotekh», 2022, 646 p. (In Russian)
6. Kharakteristiki sortov rastenii, vpervye vklyuchennykh v 2022 godu v Gosudarstvennyi reestr selektsionnykh dostizhenii, dopushchennykh k ispol'zovaniyu: ofitsial'noe izdanie [Characteristics of plant varieties included in Public Register of Breeding Achievements in 2022 for the first time and approved for use: official publication]. Moscow: FGBNU «Rosinformagrotech», 2022, 504 p. (In Russian)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ НУТА И ЧИНЫ В ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

М.В. ДОНСКАЯ, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID 0000-0001-6257-0576

М.М. ДОНСКОЙ, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР», г. Орел

E-mail: office@vniizbk.ru

В статье изложены результаты исследований, проведенных в 2020-2022 гг. по применению микробиологических препаратов на основе специфичных для нута и чины штаммов клубеньковых бактерий в условиях Орловской области. Установлено, что предпосевная инокуляция семян ризоторфином способствует формированию активного симбиотического аппарата, оказывает положительное влияние на рост, развитие растений, повышает их сопротивляемость стрессовым факторам. Применение препаратов привело к образованию клубеньков, увеличению корней и биомассы растений. Показано, что на данные показатели значительное влияние оказывают погодные условия. В среднем за три года исследований число клубеньков в варианте с ризоторфином составило у сортов нута 14 шт./раст. (Аватар), 16 шт./раст. (Краснокутский 123), у чины Славянка 11 шт./раст. Биомасса растений нута увеличилась на 21,1% к контролю, чины – на 35,1% к контролю. Предпосевная инокуляция семян нута ризоторфином (штамм 527) увеличивала семенную продуктивность растений на 25,9% к контролю у сорта Аватар и на 17,8% к контролю у сорта Краснокутский 123. Это привело к увеличению урожайности зерна нута в вариантах с ризоторфином на 0,33-0,34 т/га. У чины Славянка урожайность в варианте с инокуляцией (штамм 2803) была на уровне контроля. Полученные данные свидетельствуют об эффективности предпосевной инокуляции семян у изученных сортов. Однако следует использовать микробиологические препараты, устойчивые к местным штаммам клубеньковых бактерий. А также необходимо продолжать поиск генотипов нута и чины и комплементарных им штаммов ризобий для создания устойчивых сорто-микробных систем.

Ключевые слова: нут, чина, сорт, ризоторфин, штамм, урожайность.

Для цитирования: Донская М.В., Донской М.М. Использование микробиологических препаратов при возделывании перспективных сортов нута и чины в Орловской области. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2023; 1(45):33-39. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-1-33-39

USE OF MICROBIOLOGICAL PREPARATIONS IN THE CULTIVATION OF PROMISING VARIETIES OF CHICKPEAS AND LATHYRUS IN THE ORYOL REGION

M.V. Donskaya, M.M. Donskoi

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

Abstract: The article presents the results of studies conducted in 2020-2022 on the use of microbiological preparations based on strains of nodule bacteria specific for chickpeas and lathyrus in the conditions of the Oryol region. It has been established that pre-sowing inoculation of seeds with rhizotorphin promotes the formation of an active symbiotic apparatus, has a positive effect on the growth and development of plants, and increases their resistance to stress factors.

Application of preparations led to the formation of nodules, increased roots and plant biomass. It is shown that these indicators are significantly influenced by weather conditions. On average, over three years of research, the number of nodules in the variant with rhizotorphin was 14 pcs/plant in chickpeas varieties. (Avatar), 16 pcs/set (Krasnokutsky 123), in lathyrus Slavyanka 11 pcs/plant. The biomass of chickpeas plants increased by 21.1% compared to the control, lathyrus – by 35.1% compared to the control. Presowing inoculation of chickpeas seeds with rhizotorphin (strain 527) increased the seed productivity of plants by 25.9% compared to the control in the Avatar variety and by 17.8% compared to the control in the Krasnokutsky 123 variety. This led to an increase in the yield of chickpea grain in the variants with rhizotorphin by 0.33-0.34 t/ha. In lathyrus Slavyanka, the yield in the variant with inoculation (strain 2803) was at the control level. The data obtained indicate the effectiveness of presowing seed inoculation in the studied varieties. However, microbiological preparations that are resistant to local strains of nodule bacteria should be used. It is also necessary to continue the search for chickpea and lathyrus genotypes and complementary rhizobia strains to create stable microbial cultivar systems.

Keywords: chickpea, lathyrus, variety, rhizotorphin, strain, productivity.

Урожайность нута (*Cicer arietinum* L.) в условиях Центрально-Черноземного региона России в сильной степени определяется погодными условиями. Практически каждый второй год в Орловской области отличается обильными и затяжными дождями в конце августа – сентябре, т.е. в период созревания и уборки нута, что приводит к значительным потерям урожая. Создание скороспелых сортов нута процесс длительный, поэтому наряду с этим, необходима разработка агротехнических приемов, способных сгладить негативное влияние окружающей среды, повысить иммунитет растений, создать условия для их ускоренного роста и развития. Таким приемом может стать предпосевная инокуляция семян микробиологическими препаратами, в частности ризоторфином.

Чина более скороспелая культура, чем нут. В наших условиях ее убирают на 1-1,5 месяца раньше. Вместе с тем, эта культура новая для региона и при изучении особенностей ее возделывания необходимо уделить внимание процессу симбиотической азотфиксации, как возможному фактору регуляции продукционного процесса.

Главным условием активного симбиоза является наличие в почве специфичных вирулентных штаммов клубеньковых бактерий.

Применение высокоэффективных отобраных штаммов клубеньковых бактерий на нуте повышает продуктивность растений, обеспечивая прибавку урожая семян нута от 0,1 до 0,16 т/га или на 10,4-16,7% при урожайности 1,06-1,12 т/га. Комплексное применение биопрепаратов обеспечивает повышение урожайности нута на 0,15-0,20 т/га или на 14,8-19,8% [1].

Изучено применение ризоторфина (штаммы 527, 522 и 065 на основе клубеньковых бактерий *Mesorhizobium ciceri*) и почвенно-корневой смеси из-под микоризованной суданской травы, содержащей штаммы грибов арбускулярной микоризы, для предпосевной инокуляции семян перспективных образцов нута из коллекции ВИРа им. Н.И. Вавилова. Выделены генотипы, отзывчивые на инокуляцию разными штаммами, сформировавшие высокую семенную продуктивность на 1,7...7,1 г или 21,8...69,6% выше контроля и урожайность на 0,4...0,6 т/га или 9,1...42,9% выше контроля [2].

Для улучшения минерального питания, повышения урожайности и качества зерна бобовых культур при сохранении почвенного плодородия необходимо использование инокулянтов. Применение ризоторфина, как на естественном фоне плодородия, так и с различными дозами фосфорно-калийных удобрений способствовало получению наибольшей прибавки урожая у испытанных сортов чины посевной – 0,67 т/га [3]. Получены экспериментальные данные, свидетельствующие, что биопрепараты (ризоторфин и альбит) повышают сопротивляемость растений чины посевной к болезням и полеганию, что способствует повышению продуктивности культуры на 0,34-0,42 т/га [4].

К сожалению, данные приемы в наших условиях используются недостаточно широко. В связи с этим исследования, направленные на изучение отзывчивости перспективных для Орловской области сортов нута и чины на применение производственных штаммов ризоторфина являются актуальными, а полученные данные могут быть использованы для повышения стрессоустойчивости сортов при различных погодных условиях вегетационного периода и повышения продуктивности растений.

Цель исследований – изучение эффективности применения микробиологических препаратов на основе высокоэффективных штаммов ризобий на перспективных сортах нута и чины.

Материал, методика и условия проведения исследований

Материалом для изучения являлись сорта нута Аватар (селекции ФНЦ ЗБК), Краснокутский 123 (селекции ФГБНУ «Краснокутская СОС НИИСХ Юго-Востока») и сорт чины Славянка (селекции ФНЦ ЗБК) [5].

Опыты закладывали в полевом севообороте лаборатории генетики и биотехнологии в 2020-2022 годах по вариантам: 1. контроль (без обработок); 2. инокуляция семян ризоторфином (для нута штамм 527 на основе клубеньковых бактерий *Mesorhizobium ciceri*, для чины штамм 2803 на основе клубеньковых бактерий *Rhizobium leguminosarum* *bv. viciae*). Препараты получены из ФГБНУ «ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии» (г. Санкт-Петербург). Метод размещения вариантов в полевом опыте систематический, повторность четырехкратная. Площадь делянки 8,25 м². Агротехника под культуры общепринятая для региона. Даты посева: 2020 г. – 22.04; 2021 г. – 6.05; 2022 г. – 11.05. Посев сеялкой СКС-6-10 с шириной междурядий 15 см. Норма высева для нута 800 тыс., для чины – 1200 тыс. всхожих семян на га. Инокуляция семян в день посева. Уборка по мере созревания малогабаритным комбайном САМПО-130.

Закладку полевых опытов, уход за посевами и сопутствующие наблюдения осуществляли согласно методическим указаниям ВИРа [6]. Статистическую обработку данных проводили на персональном компьютере в приложении Microsoft Office Excel 2010.

Погодно-климатические условия в годы исследований складывались следующим образом (табл. 1).

Таблица 1

Погодные условия 2020 - 2022 гг. (по данным ЦГМС, г. Орел)

Показатель		Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь
2020 г.							
Температура воздуха, °С	Средняя за месяц	11,2	20,0	19,2	17,7	15,3	10,4
	Отклонение от нормы	-2,6	+3,2	+1,2	+0,7	+3,7	+5,1
Осадки, мм	Сумма за месяц	75	74	121	17	36	31
	Процент от нормы	147	101	149	270	69	74
2021 г.							
Температура воздуха, °С	Средняя за месяц	13,9	19,8	22,3	20,5	10,4	5,9
	Отклонение от нормы	+0,1	+3,0	+4,3	+3,5	-1,2	+0,6
Осадки, мм	Сумма за месяц	72	41	51	50	130	12
	Процент от нормы	141	56	63	79	250	29
2022 г.							
Температура воздуха, °С	Средняя за месяц	11,5	19,1	19,1	21,8	9,9	7,6
	Отклонение от нормы	-2,3	+2,3	+1,1	+4,8	-1,7	+2,3
Осадки, мм	Сумма за месяц	51	52	64	32	111	84
	Процент от нормы	100	140	79	51	213	200

2020 и 2022 годы отличались неравномерностью выпадения осадков. В 2020 году наибольшее количество осадков выпало в период от всходов до бутонизации (май-июнь), а также в критическую фазу формирования и налива семян (июль-август), что благоприятно отразилось на развитии растений. Уборка чины завершилась 17 августа. В сентябре-октябре осадков выпало в пределах нормы, температура воздуха была выше средней многолетней на 3,7°C и 5,1 °C соответственно. Это способствовало созреванию бобов и своевременной уборке нута 5 октября. 2021 год был близок к среднемноголетним климатическим показателям. Уборку чины провели 2 августа, нута – 23 августа. В 2022 году максимальная сумма осадков выпала в сентябре-октябре, складывалась дождливая и прохладная погода, не позволившая провести уборку вовремя, что привело к большим потерям урожая нута. Чину убрали 7 сентября, нут 14 октября.

Результаты и их обсуждение

В среднем за три года изучения продолжительность вегетационного периода составила у сорта нута Аватар 113 суток, изменяясь от 96 суток в 2021 году до 136 суток в 2020 году; у сорта Краснокутский 136–122 суток, варьируя от 107 суток в 2021 году до 148 суток в 2020 году (рисунок). Средняя продолжительность вегетационного периода у чины Славянка равнялась 87 суткам, колеблясь по годам от 77 суток в 2021 году до 97 суток в 2022 году.

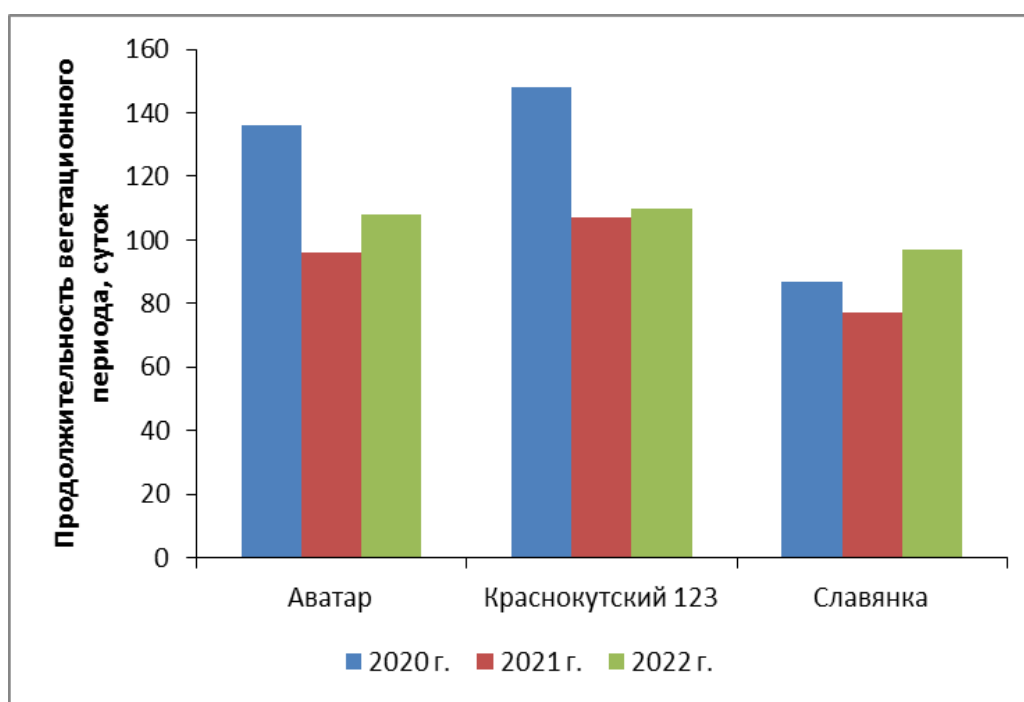


Рис. Продолжительность вегетационного периода сортов нута и чины, 2020-2022 гг.

Анализ показателей симбиотической деятельности проводили в период максимальной азотфиксирующей активности, установленный нами опытным путем в предыдущие годы исследований – цветение – начало формирования бобов [7]. Инокуляция семян нута и чины ризоторфином способствовала формированию более развитого и активного симбиотического аппарата по сравнению с контролем без обработки. В вариантах с инокуляцией биомасса растений нута увеличилась на 21,1% к контролю, чины – на 35,1% к контролю (табл. 2). Масса сухих корней возросла на 65,6% по сравнению с контролем у сорта Аватар и на 12,8% у сорта Краснокутский 123; масса клубеньков выросла на 28,1% к контролю у сорта Аватар, на 29,6% у сорта Краснокутский 123 и на 67,6% у сорта Славянка. Число клубеньков в варианте с ризоторфином составило у сортов нута 14-16 шт./раст., у чины – 11 шт./раст.

Таблица 2

Характеристика симбиотического аппарата и структура растений нута и чины при обработке бактериальными препаратами в период взятия проб, среднее за 2020-2022 гг.

Признак	Аватар		Краснокутский 123		Славянка	
	Контроль	Ризоторфин	Контроль	Ризоторфин	Контроль	Ризоторфин
Сырая масса растения, г	20,90±1,8	25,33±1,9	19,40±1,3	23,50±1,5	14,57±1,4	19,69±2,2
Сухая масса растения, г	4,63±0,4	5,28±0,4	4,35±0,3	5,32±0,3	3,13±0,2	3,91±0,4
Высота растения, см	45,47±0,6	45,66±0,7	47,44±0,6	47,87±0,8	62,58±1,2	66,94±2,3
Масса сырых корней, г	1,86±0,1	2,23±0,2	2,33±0,2	2,46±0,1	0,58±0,05	0,83±0,08
Масса сухих корней, г	0,32±0,03	0,53±0,03	0,47±0,02	0,53±0,03	0,14±0,01	0,14±0,01
Число клубеньков	11,68±2,5	14,67±1,9	10,17±1,8	16,72±2,4	7,75±1,3	11,44±1,8
Масса клубеньков, г	0,875±0,01	1,121±0,02	0,592±0,02	0,767±0,02	0,074±0,01	0,124±0,03

Отмечено формирование клубеньков на корнях растений нута и чины 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. Их наличие у нута можно объяснить тем, что после нескольких лет возделывания в почве могли сформироваться популяции клубеньковых бактерий, специфичных для данной культуры. В отличие от нута, образующего симбиоз только с ризобиями вида *Mesorhizobium ciceri*, чина способна вступать в симбиоз с различными штаммами вида *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae*, с которыми так же взаимодействуют горох, вика и чечевица. А так как посевы этих культур занимают значительную часть в севооборотах ФНЦ ЗБК, то в почве имеются многочисленные спонтанные популяции клубеньковых бактерий.

Следует отметить, что различия погодных условий в годы проведения исследований позволили более полно оценить эффективность инокуляции, а также влияние климатических факторов на процесс клубенькообразования. Так в 2020 году среднее число клубеньков в варианте с ризоторфином у сорта Аватар составило 22 шт./раст., у сорта Краснокутский 123 – 30 шт./раст., у чины Славянка – 19 шт./раст. В 2021 и 2022 годах наблюдалось уменьшение числа клубеньков при увеличении их массы, что можно объяснить, как поздними сроками сева нута и чины (на 15-20 суток позже, чем в 2020 году), так и менее благоприятными условиями в период формирования симбиотического аппарата в эти годы.

Для полной оценки эффективности применяемых микробиологических препаратов, изучали параметры, слагающие структуру урожая.

По результатам структурного анализа растений нута и чины можно заключить, что в вариантах с инокуляцией масса сухого растения у сортов нута увеличилась на 9,4...60,8 % по сравнению с контролем (табл. 3). При этом высота растений в варианте с ризоторфином увеличилась только у сорта Славянка на 12,9% к контролю.

У сорта чины Славянка применение ризоторфина (штамм 2803) в среднем за три года не оказало существенного влияния на изменение основных элементов продуктивности. Однако необходимо отметить, что в неблагоприятном по погодным условиям 2022 году предпосевная инокуляция семян ризоторфином позволила сформировать семенную продуктивность чины на уровне 6,3 г/раст., что на 3,3% превысило контроль. Растения на делянках выглядели более мощными (масса сухого растения увеличилась на 16,8% по сравнению с контролем) и высокорослыми (высота растений возросла на 33,4% к контролю). Число бобов на одном растении к уборке на 11,7% превышало контроль.

Таблица 3

Влияние микробиологических препаратов на показатели продуктивности сортов нута и чины, среднее за 2020-2022 гг.

Признак	Аватар		Краснокутский 123		Славянка	
	Контроль	Ризоторфин	Контроль	Ризоторфин	Контроль	Ризоторфин
Масса сухого растения, г	14,9±1,0	16,3±1,2	12,5±1,2	20,1±1,6	10,5±0,8	10,3±0,7
Высота растения, см	62,7±1,2	58,5±1,0	81,0±1,4	74,6±1,2	78,5±3,1	88,6±3,2
Число бобов на растении	16,4±1,3	19,5±1,4	16,7±1,6	21,1±1,9	13,0±1,1	13,0±1,0
Число семян с растения	19,6±1,7	24,3±2,0	14,5±1,6	18,3±1,9	23,3±2,2	21,9±1,6
Масса семян с растения, г	5,8±0,5	7,3±0,6	4,5±0,5	5,3±0,5	5,0±0,4	4,5±0,3
Масса 1000 семян, г	279,6±7,2	295,7±5,5	282,3±8,7	302,2±7,5	220,2±7,4	206,8±8,3

У сортов нута в среднем за три года изучения предпосевная инокуляция семян ризоторфином (штамм 527) привела к увеличению числа бобов и семян на растении на 18,9...26,3% и 24,0...26,2% по сравнению с контролем соответственно. При этом семенная продуктивность повысилась на 17,8...25,9%, а крупность семян – на 5,8...7,0% к контролю.

Необходимо отметить, что в неблагоприятном 2022 году у сортов нута, после затяжных дождей, делянки с инокуляцией визуально выглядели более здоровыми, на них было больше сохранившихся растений с бобами. Коэффициент хозяйственной эффективности в вариантах с инокуляцией составил у сорта Аватар 43,4%, у сорта Краснокутский 123–29,6%, против 38,2% и 26,1% в контрольных вариантах.

Оценка урожайности сортов показала, что в среднем за три года у сорта Аватар максимальная прибавка урожайности в варианте с ризоторфином составила 0,34 т/га, у сорта Краснокутский 123–0,33 т/га, у чины Славянка урожайность в варианте с инокуляцией была на уровне контроля (табл. 4).

Таблица 4

Урожайность зерна нута и чины при инокуляции производственными штаммами ризоторфина, т/га

Сорт	Вариант опыта	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Средняя
Аватар	Контроль	3,11	3,52	0,52	2,38
	Ризоторфин	3,17	3,50	1,49	2,72
	НСР ₀₅	0,14	0,17	0,25	
Краснокутский 123	Контроль	1,83	3,15	0,52	1,83
	Ризоторфин	2,24	3,40	0,85	2,16
	НСР ₀₅	0,11	0,16	0,27	
Славянка	Контроль	0,99	2,25	2,07	1,77
	Ризоторфин	0,85	2,22	1,94	1,67
	НСР ₀₅	0,19	0,14	0,17	

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о различной реакции сортов нута и чины на применение микробиологических препаратов. Важную роль в формировании симбиоза между бобовыми растениями и полезными почвенными микроорганизмами играют условия среды, что необходимо учитывать при возделывании культур. Хорошо развитый симбиотический аппарат не всегда способствует увеличению урожайности, в неблагоприятных условиях прибавка от приема инокуляции может отсутствовать.

Заключение

В результате проведенных исследований установлено, что применение ризоторфина способствует формированию активного симбиотического аппарата, оказывает положительное влияние на рост, развитие растений, повышает их сопротивляемость стрессовым факторам. Его применение привело к образованию клубеньков и увеличению биомассы растений. Число клубеньков в варианте с ризоторфином, в среднем за три года,

составило у сортов нута 14-16 шт./раст., у чины – 11 шт./раст. Значительно увеличилась биомасса растений: у нута – на 21,1% к контролю, у чины – на 35,1% к контролю.

Предпосевная инокуляция семян нута ризоторфином увеличивала число бобов и семян на растении, повышала семенную продуктивность на 17,8-25,9% по сравнению с контролем. Урожайность зерна нута в вариантах с ризоторфином повышалась на 0,33-0,34 т/га при контрольном уровне 1,83-2,38 т/га.

Литература

1. Пташник О.П. Технологические приемы выращивания нута в условиях степного Крыма // Зернобобовые и крупяные культуры, – 2017. – № 4 (24). – С. 13-19.
2. Донская М.В., Бобков С.В., Наумкина Т.С., Глазков А.В., Наумкин В.В. Применение микробиологических препаратов при возделывании нута в Орловской области // Земледелие, – 2015. – №4. – С. 16-18.
3. Хохоева Н.Т., Тедеева А.А., Тедеева В.В. Эффективность применения препарата ризоторфин в технологии возделывания чины посевной // Известия Горского государственного аграрного университета, – 2018. – № 2, Т. 55. – С. 28-32.
4. Хохоева Н.Т., Тедеева А.А., Тедеева В.В. Роль биопрепаратов в повышении продуктивности чины посевной // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, – 2018. – № 8. – С. 105-108.
5. Полухин А.А., Зотиков В.И., Сидоренко В.С. и [др.]. Селекционные достижения Федерального научного центра зернобобовых и крупяных культур. Каталог сортов. - Орел: Изд-во ООО ПФ «Картуш», – 2022. – 204 с.
6. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение: методические указания / М.А. Вишнякова, И.В. Сеферова, Т.В. Буравцева и [др.]; под науч. ред. М.А. Вишняковой; рец. Н. Н. Чикида. – 2-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург: ВИР, – 2018. – 143 с.
7. Донская М.В., Донской М.М., Наумкина Т.С., Глазков А.В., Наумкин В.В. Влияние микробиологических препаратов на урожайность и симбиотическую деятельность нута // Земледелие, – 2014. – № 4. – С. 15-17.

References

1. Ptashnik O.P. Tekhnologicheskie priemy vyrashchivaniya nuta v usloviyakh stepnogo Kryma [Technological methods of growing chickpeas in the conditions of the steppe Crimea]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2017, no.4 (24), pp. 13-19. (In Russian)
2. Donskaya M.V., Bobkov S.V., Naumkina T.S., Glazkov A.V., Naumkin V.V. Primenenie mikrobiologicheskikh preparatov pri vozdeleyvanii nuta v Orlovskoi oblasti [The use of microbiological preparations in the cultivation of chickpeas in the Oryol region]. *Zemledelie*, 2015, no.4, pp. 16-18. (In Russian)
3. Khokhoeva N.T., Tedeeva A.A., Tedeeva V.V. Effektivnost' primeneniya preparata rizotorfin v tekhnologii vozdeleyvaniya chiny posevnoi [The effectiveness of the use of the preparation rhizotorfin in the technology of cultivation of Indian pea]. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2018, no. 2, v. 55, pp. 28-32. (In Russian)
4. Khokhoeva N.T., Tedeeva A.A., Tedeeva V.V. Rol' biopreparatov v povyshenii produktivnosti of Indian pea [The Role of Biologics in Increasing the Productivity of Indian pea]. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*, 2018, no. 8, pp. 105-108.
5. Polukhin A.A., Zotikov V.I., Sidorenko V.S. et al. Seleksionnye dostizheniya Federal'nogo nauchnogo tsentra zernobobovykh i krupyanykh kul'tur. Katalog sortov [Breeding achievements of the Federal Scientific Center for Legumes and Groat Crops. Variety catalog]. Orel, ООО ПФ «Kartush» Publ., 2022, 204 p. (In Russian)
6. Kolleksiya mirovykh geneticheskikh resursov zernovykh bobovykh VIR: popolnenie, sokhranenie i izuchenie: metodicheskie ukazaniya [Collection of World Genetic Resources of Cereal Legumes VIR: Replenishment, Conservation and Study: Guidelines]. Vishnyakova M.A., Seferova I. V., Buravtseva T. V. et al., M.A. Vishnyakova sci. ed.; N. N. Chikida reviewer. 2nd ed., revised and supplemented., St. Petersburg, VIR, 2018, 143 p. (In Russian)
7. Donskaya M.V., Donskoi M.M., Naumkina T.S., Glazkov A.V., Naumkin V.V. Vliyanie mikrobiologicheskikh preparatov na urozhainost' i simbioticheskuyu deyatel'nost' nuta [The influence of microbiological preparations on the yield and symbiotic activity of chickpeas]. *Zemledelie*, 2014, no.4, pp. 15-17. (In Russian)

ВЛИЯНИЕ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ, СИМБИОТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ И ПРОДУКТИВНОСТЬ НОВЫХ СОРТОВ СОИ

Е.В. ГОЛОВИНА, доктор сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0002-7012-8267

E-mail: kat782010@mail.ru

О.В. ЛЕУХИНА, аспирант, E-mail: oxana_leukhina@mail.ru

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР», г. Орел

В связи с широкомасштабными нарушениями круговорота основных биогенных элементов в искусственных агроценозах особенно важным становится процесс экологизации агропроизводства, реализующий потенциальную продуктивность растений. Экологически сбалансированное землепользование включает, в том числе частичное или полное замещение агрохимикатов препаратами симбиотических организмов, гуматами (природными физиологически активными веществами) и микроудобрениями.

Цель исследований состояла в изучении воздействия ризоторфина, гумифулина и микроудобрения оракул мультикомплекс на физиологические процессы и продуктивность растений новых сортов сои. В 2021–2022 гг. проводились исследования на сортах Орлея и Лидер 10.

Установлено: симбиотическая система сои активно функционирует в течение вегетации, начиная с фазы ветвления, и достигает максимального развития к наливу бобов. Развитие ассимиляционной поверхности в условиях высокой влагообеспеченности до 160–190 тыс. м²/га является избыточным и приводит к снижению урожая зерна на 13,0–14,0%. У сортов Орлея, Лидер 10 выявлена наиболее сильная положительная реакция на инокуляцию, гумифулин и их совместное применение во влажных условиях 2022 года. Обработка семян ризобиями и листовые подкормки активизируют физиологические процессы, способствуя росту количества и массы клубеньков, площади листьев, фотосинтетического потенциала и чистой продуктивности фотосинтеза, что в свою очередь при использовании гумифулина приводит к увеличению урожая сухой надземной массы на 17,0–50,0% и урожая зерна на 15,0–53,0%, в случае применения оракула мультикомплекс – на 10,0–56,0% и на 15,0–119,0% соответственно. В среднем за 2 года наибольшая урожайность сухой надземной массы наблюдалась в варианте инокуляция + гумифулин у Орлея 20,6 г/растение, у Лидера 10 – 28,7 г/растение. Максимальная зерновая продуктивность в среднем за 2 года у Лидера 10 при совместном применении инокуляции и гумифулина 15,1 г/растение, у Орлея в варианте с гумифулином 12,6 г/растение.

Ключевые слова: соя, некорневые подкормки, фотосинтетические и симбиотические признаки, продуктивность.

Для цитирования: Головина Е.В., Леухина О.В. Влияние некорневых подкормок на фотосинтетическую деятельность, симбиотическую активность и продуктивность новых сортов сои. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2023; 1(45):40–49. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-1-40-49

INFLUENCE OF FOLIAR FEEDING ON PHOTOSYNTHETIC AND SYMBIOTIC ACTIVITY AND PRODUCTIVITY OF NEW SOYBEAN VARIETIES

E.V. Golovina, O.V. Leukhina

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

Abstract: *In connection with large-scale violations of the circulation of the main biogenic elements in artificial agrocenoses, the process of greening agricultural production, which realizes the potential productivity of plants, becomes especially important. Environmentally balanced land use includes, among other things, partial or complete replacement of agrochemicals with preparations of symbiotic organisms, humates (natural physiologically active substances) and microfertilizers.*

The purpose of the research was to study the effect of rhizotorphin, humifulin and microfertilizer oracle multicomplex on the physiological processes and productivity of plants of new soybean varieties. In 2021-2022 studies were carried out on the varieties Orleya and Leader 10.

It has been established that the soybean symbiotic system is actively functioning during the growing season, starting from the branching phase and reaches its maximum development by the time the beans are filled. The development of assimilation surface under conditions of high moisture supply up to 160-190 thousand m²/ha is excessive and leads to a decrease in grain yield by 13.0-14.0%. The varieties Orleya, Leader 10 showed the strongest positive reaction to inoculation with humifulin and their combined use in humid conditions in 2022. Seed treatment with rhizobia and foliar feeding activate physiological processes, contributing to an increase in the number and mass of nodules, leaf area, photosynthetic potential and net productivity of photosynthesis, which in turn, when using humifulin, leads to an increase in the yield of dry above-ground mass by 17.0-50.0% and grain yield by 15.0-53.0%, in the case of using the oracle multicomplex - by 10.0-56.0% and 15.0-119.0%, respectively. On average for 2 years, the highest yield of dry aboveground mass was observed in the variant inoculation + humifulin in Orleya 20.6 g/plant, in Leader 10 - 28.7 g/plant. The maximum grain productivity on average for 2 years in Leader 10 with the combined use of inoculation and humifulin is 15.1 g/plant, in Orleya in the variant with humifulin 12.6 g/plant.

Keywords: soybean, foliar feeding, photosynthetic and symbiotic traits, productivity.

Введение

В настоящее время интенсивные технологии, предусматривающие массированное применение удобрений и пестицидов, замещаются экологически сбалансированным (sustainable) землепользованием. Одним из основных способов достижения этой цели является частичное или полное замещение агрохимикатов препаратами симбиотических организмов, гуматами (природными физиологически активными веществами) и микроудобрениями.

Симбиотические взаимодействия с ризобиями играют исключительно важную роль в жизни растений, обеспечивая их азотным питанием. Мутуалистическая природа двухкомпонентных растительно-микробных систем основана на положительных обратных связях партнеров: растения снабжают продуктами фотосинтеза преимущественно те части корня (клубеньки), из которых активно поступает азот. У бобовых системный ответ, регулирующий образование клубеньков, формируется в листьях, что отражает зависимость энергоемких симбиотических процессов от фотосинтеза [1].

Гуматы содержат аминокислоты, полисахариды, углеводы, витамины, макро- и микроэлементы, гормоноподобные вещества. Они обладают сорбционными, ионообменными и биологически активными свойствами. Гуматы, являясь природными хелаторами, способны оказывать положительное действие на физико-химические свойства протоплазмы, обмен веществ, фотосинтез и дыхание растений, на деятельность азотфиксирующих микроорганизмов [2, 3].

К преимуществам некорневых подкормок растений микроудобрениями относятся: быстрое регулирование жизнедеятельности растений, исключение фиксации элемента почвой, возможность корректировки питания в определенные периоды вегетации. Фолиарная обработка микроэlementными удобрениями позволяет нивелировать недостаточную активность корневых систем из-за неблагоприятных почвенных условий [4, 5, 6].

Цель исследований – изучение влияния ризоторфина, гумифулина и микроудобрения оракул мультикомплекс на физиологические процессы и продуктивность растений сои.

Материал и методы исследований

В 2021-2022 гг. в полевом опыте исследовались новые сорта сои: Орлея (селекции ФНЦ ЗБК, переданный на государственное сортоиспытание в 2022 году) и Лидер 10 (селекции ООО «АСТ», внесённый в Госреестр селекционных достижений РФ с 2020 года по Центрально-Чернозёмному региону). Предшественник – озимая пшеница. Почва опытных участков тёмно-серая лесная суглинистая, с мощностью гумусового горизонта 30...35 см., влажностью устойчивого завядания 9,7% от объёма почвы. Содержание гумуса в пахотном горизонте (по Тюрину) 4,3...5,6%, легкогидролизуемого азота (по Кононовой и Тюрину) 6,4...10,1 мг/100 г почвы, обменного калия (по Масловой) 7...15 мг/100 г почвы, подвижного фосфора (по Кирсанову) 6,8...16,5 мг/100 г почвы, сумма поглощённых оснований (по Каплену) 18,5...26,2 мг-экв./100 г почвы, степень насыщенности основаниями 83...91%, рН солевой вытяжки по Алямовскому) 5,3...6,0, гидролитическая кислотность (по Каплену) 1,7...6,3 мг-экв./100 г почвы. Сорта выращивали на делянках 10 м² в 4-х кратной повторности по принятой для зоны технологии. В опыт включены следующие варианты: 1. контроль (к), 2. инокуляция (ин), 3. обработка гумифулином (г), 4. инокуляция и обработка гумифулином (ин + г). Семена перед посевом обрабатывались ризоторфином, содержащим штамм ризобий 634а – 250 г на гектарную норму семян и гумифулином – 300 мл концентрата +12 л воды/т семян. В фазу бутонизации проводилось опрыскивание растений гумифулином 2 л концентрата + 300 л воды/га. В 2021 году изучено действие листовых подкормок микроудобрением оракул мультикомплекс и его применение совместно с инокуляцией в фазы 3-5 тройчатых листьев, бутонизации, формирования бобов. Норма внесения 1 л концентрата + 3,5 л воды/га. В состав удобрения входят N, P, K, S, B, Zn, Cu, Fe, Mn, Mo, Co. Варианты опыта: 1. контроль (к), 2. инокуляция (ин), 3. обработка оракулом мультикомплекс (о), 4. инокуляция + обработка оракулом мультикомплекс (ин + о).

В исследованиях осуществляли учёты и наблюдения в соответствии с действующим методическим рекомендациям: отбор проб для анализа в фазы цветения, налива бобов и полного созревания (Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М., 1997); изучение динамики формирования и накопления зелёной массы (Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами. – Краснодар, 2010); изучение фотосинтетической и симбиотической деятельности (Посыпанов, Г.С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха. 1991.). Математическая обработка данных с целью выявления существенных различий проводилась с помощью дисперсионного анализа (Б.А. Доспехов, 1985).

В 2021 г. в течение вегетации складывались следующие погодные условия. В мае в период всходов температура была на уровне среднемноголетней, количество осадков превышало среднемноголетние показатели на 21 мм (табл. 1). В июне – августе (фазы ветвление – налив бобов) температура выше среднемноголетней на 3-4°C, а количество осадков оказалось ниже нормы на 13-32 мм.

В 2022 г. в мае температура была на 2-3°C ниже нормы, осадков выпало 121-156% нормы. В связи с этим всходы появились лишь на 16 сутки после посева. В июне – августе в генеративный период (бутонизация – налив бобов) погодные условия были благоприятными для сои: температура выше нормы на 1,5-6°C, увлажнение достаточное. Однако в сентябре во время созревания сложились крайне негативные метеорологические условия: температура ниже нормы на 1,0-4,5°C, увлажнение выше нормы на 300%, что отрицательно повлияло на урожай зерна и его качество.

Таблица 1

Агрометеорологические условия, г. Орел

Показатели	Месяцы					$\Sigma t \geq 10^{\circ}\text{C}$	ГТК= $\frac{\Sigma \text{осадков}}{\Sigma \text{эффект. tt}} \times 10$
	май	июнь	июль	август	сентябрь		
Средняя температура воздуха за месяц, °С							
Средняя многолетняя	13,8	16,8	18,0	17,0	11,7	1710,0	
2021 г.	13,8	19,8	22,4	20,6	10,4	1966,5	1,95
2022 г.	11,5	19,1	19,1	21,8	9,9	1778,7	2,21
Количество осадков за месяц, мм						Σ осадков	
Среднее многолетнее	51,0	73,0	81,0	63,0	67,0	362,0	
2021 г.	72,1	40,7	51,1	49,8	129,5	382,7	
2022 г.	51,1	52,5	63,5	32,2	111,0	393,6	

Результаты и их обсуждение

В 2021-2022 годах исследовано влияние инокуляции и гумифулина на симбиотическую деятельность сортов Орлея и Лидер 10 (табл. 2). В 2021 году количество клубеньков превышало контроль у Орлея в вариантах с гумифулином и ин + г на 30,0-31,0%, у Лидера 10 в этом году количество клубеньков во всех вариантах ниже контроля. Сухая масса клубеньков в 2021 году выше контроля у Орлея в варианте с инокуляцией на 19,0%, у Лидера 10 – в варианте с гумифулином на 32,0%. В 2022 году в августе, когда растения находились в фазе налива бобов, сложились более благоприятные, чем в 2021 году погодные условия: средняя температура была выше на 1,2°С. В среднем по сортам в 2022 г. количество клубеньков выше в 2,6 раза, масса клубеньков в 4,2 раза. Технологические приемы в 2022 году оказывали положительное воздействие на симбиотические признаки. Количество клубеньков увеличивалось по сравнению с контролем у Орлея на 2,0-11,0%, у Лидера 10 – на 36,0-179,0%; масса клубеньков на 9,0-30,0 % и на 16,0-87,0% соответственно. У Лидера 10 в среднем за 2 года отмечены максимальное количество клубеньков 27,2 шт. в варианте с инокуляцией и масса клубеньков в варианте с гумифулином 210,8 мг.

Таблица 2

Симбиотические признаки сортов сои, налив бобов

Сорт	Вариант	Количество клубеньков			Абсолютно сухая масса клубеньков, мг/растение		
		2021	2022	$\bar{x}$	2021	2022	$\bar{x}$
Орлея	Контроль	9,00	24,40	16,70	52,70	194,17	123,44
	Инокуляция	8,30	27,00	17,65	57,80	252,55	155,18
	Гумифулин	11,70	25,90	18,80	45,80	223,33	134,57
	Инокуляция + Гумифулин	11,80	24,80	18,30	41,60	241,96	141,78
Лидер 10	Контроль	11,40	16,00	13,70	67,20	157,97	112,59
	Инокуляция	9,70	44,60	27,15	51,70	310,95	181,33
	Гумифулин	10,80	31,90	21,35	88,70	332,85	210,78
	Инокуляция + Гумифулин	10,70	21,80	16,25	54,90	206,02	130,46
	$\bar{x}$	10,43	27,05		57,55	239,98	
	НСР ₀₅	5,87	3,47		11,68	26,27	

На фотосинтетические признаки сортов сои оказывали влияние, как технологические приемы, так и погодные условия. В более влажном 2022 году площадь листьев выше в 2,2 раза, фотосинтетический потенциал (ФП) – в 1,6 раз, чем в 2021 году (табл. 3). Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) в среднем по вариантам на одном уровне: в 2021 г. 6,3 г/м² х сут., в 2022 году 6,0 г/м² х сут. В 2021 году у Орлеи площадь листьев выше в контроле. У Лидера 10 в этом году под воздействием гумифулина площадь листьев возросла на 43,0 % по сравнению с контролем. В 2022 году в зависимости от обработок площадь листьев увеличивалась на 15,0-98,5% у Орлеи и на 7,0-33,5% у Лидера 10. Максимальная ассимиляционная поверхность наблюдалась у Лидера 10 в 2022 году в варианте с гумифулином 167,3 тыс. м²/га. Лидер 10 в среднем за 2 года превзошел Орлею по площади листьев в 1,7 раз.

ФП выше контроля у Орлеи в 2022 году в вариантах с обработкой на 4,0-44,0%; у Лидера 10 в 2021 году в вариантах с инокуляцией и гумифулином, в 2022 году в вариантах с гумифулином и инокуляцией + гумифулин на 6,0-38,5%. Наибольший фотосинтетический потенциал отмечен в 2022 году у Лидера 10 в варианте с гумифулином 3,1 млн. м² х сут./га. Чистая продуктивность фотосинтеза находилась на уровне 4,1-7,6 г/м² х сут. в зависимости от сорта и варианта.

Таблица 3

Фотосинтетические показатели сортов сои

Сорт	Вариант	Площадь листьев, тыс. м ² /га, налив бобов			ФП, млн. м ² х сут./га			ЧПФ, г/м ² х сут.		
		2021	2022	$\bar{x}$	2021	2022	$\bar{x}$	2021	2022	$\bar{x}$
Орлея	к	52,01	55,58	53,80	1,51	1,40	1,46	5,69	7,47	6,58
	ин	40,95	73,57	57,26	1,11	1,45	1,28	7,64	7,23	7,44
	г	47,58	63,85	55,72	1,15	1,46	1,31	7,43	6,45	6,94
	ин + г	35,19	110,35	72,77	1,01	2,01	1,51	5,75	6,80	6,28
Лидер 10	к	54,97	125,37	90,17	1,35	2,59	1,97	5,83	4,95	5,39
	ин	55,08	134,07	94,58	1,43	2,40	1,92	5,09	5,30	5,20
	г	78,85	167,31	123,08	1,87	3,12	2,50	6,90	4,11	5,51
	ин + г	53,81	161,76	107,79	1,36	2,79	2,08	5,67	5,86	5,77
	$\bar{x}$	52,31	114,48		1,35	2,15		6,25	6,02	

к-контроль, ин – инокуляция, г - гумифулин, ин + г – инокуляция+ гумифулин

Урожай сухой надземной массы в среднем по сортам в 2022 году составил 21,87 г/растение, что выше на 29,0% по сравнению с 2021 годом (16,99 г/растение) (табл. 4). Максимальная урожайность сухого вещества отмечена в 2022 году в варианте инокуляция + гумифулин у Орлеи 25,54 г/растение, у Лидера 10 30,26 г/растение. В среднем за 2 года надземная масса выше в варианте с инокуляцией у Орлеи на 1,9%, у Лидера 10 на 25,3 %, в варианте инокуляция + гумифулин – на 16,8% и 50,2 % соответственно. В среднем за 2 года наибольшая урожайность сухой надземной массы наблюдалась в варианте инокуляция + гумифулин у Орлеи 20,6 г/растение, у Лидера 10 28,7 г/растение.

Урожай зерна в среднем по сортам в 2021 году и в 2022 году приблизительно на одном уровне 11,96 г/растение и 11,79 г/растение. В среднем за 2 года Лидер 10 превзошел Орлею по зерновой продуктивности на 26,0%. Максимальная урожайность наблюдалась у Лидера 10 в 2022 году в варианте с инокуляцией 16,97 г/растение, а за 2 года в варианте инокуляция

+ гумифулин – 15,11 г/растение. Технологические приемы способствовали росту урожая зерна в среднем за 2 года у Орлея на 28,0-53,0%, у Лидера 10 – на 15,0-38,0%.

Таблица 4

Продуктивность сортов сои

Сорт	Вариант	Сухая надземная масса, г/растение. Налив бобов			Масса зерна, г/растение		
		2021	2022	$\bar{x}$	2021	2022	$\bar{x}$
Орлея	к	17,25	15,55	16,40	9,43	7,00	8,22
	ин	14,05	19,37	16,71	11,98	9,44	10,71
	г	12,05	15,83	13,94	14,91	10,18	12,55
	ин+г	15,55	25,54	20,55	10,66	10,43	10,55
Лидер 10	к	16,35	21,82	19,09	11,38	10,50	10,94
	ин	20,59	23,98	22,29	11,78	16,97	14,38
	г	12,94	22,57	17,76	9,91	15,23	12,57
	ин + г	27,1	30,26	28,68	15,64	14,58	15,11
	$\bar{x}$	16,99	21,87		11,96	11,79	
	НСР ₀₅				2,42	1,36	

к-контроль, ин – инокуляция, г - гумифулин, ин + г – инокуляция+ гумифулин

В 2022 г. изучено влияние микроудобрения оракул мультикомплекс на продукционный процесс сортов Орлея и Лидер 10. Симбиотическая система сои активно функционировала в течение вегетации, начиная с фазы ветвления, и достигала максимального развития к наливу бобов. Так количество и масса клубеньков в фазу бутонизации составили в среднем 16,5 шт. и 40,1 мг, в налив бобов – 26,7 шт. и 236,7 мг (рис. 1, 2). У Орлея наибольшее количество (36,1 шт. в фазу цветения) и масса клубеньков (283,6 мг в налив бобов) наблюдались в варианте инокуляция + оракул; у Лидера 10 в налив бобов – в варианте с инокуляцией 44,6 шт. и 310,95 мг соответственно. Инокуляция и оракул мультикомплекс оказывали положительное влияние на симбиотические признаки в период бутонизация – налив бобов у обоих сортов.

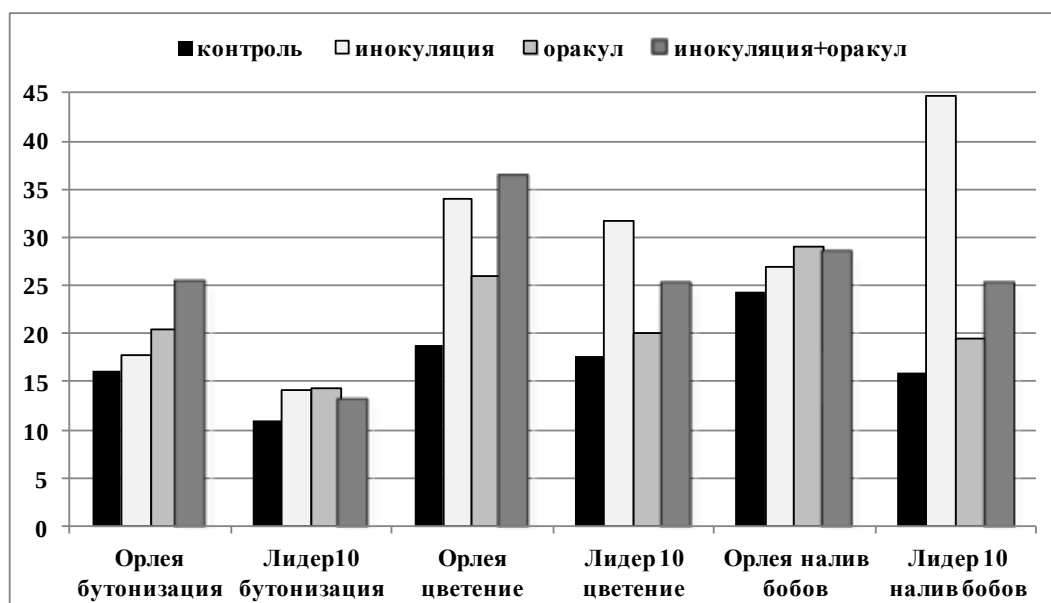


Рис. 1. Количество клубеньков на растении сои. 2022 год

У Орлея наиболее выраженная реакция симбиотической системы на технологические приемы отмечена в фазы бутонизация и цветение в варианте с совместным применением

инокуляции и гумифулина, когда количество клубеньков возросло по сравнению с контролем на 56,0% и 91,0%, масса клубеньков – на 111,0% и 137,0% соответственно. Для Лидера 10 оптимальным оказался вариант с инокуляцией, в котором в фазы цветения и налива бобов количество клубеньков увеличивалось на 79,0% и 179,0%, масса клубеньков – на 68,0% и 97,0% соответственно.

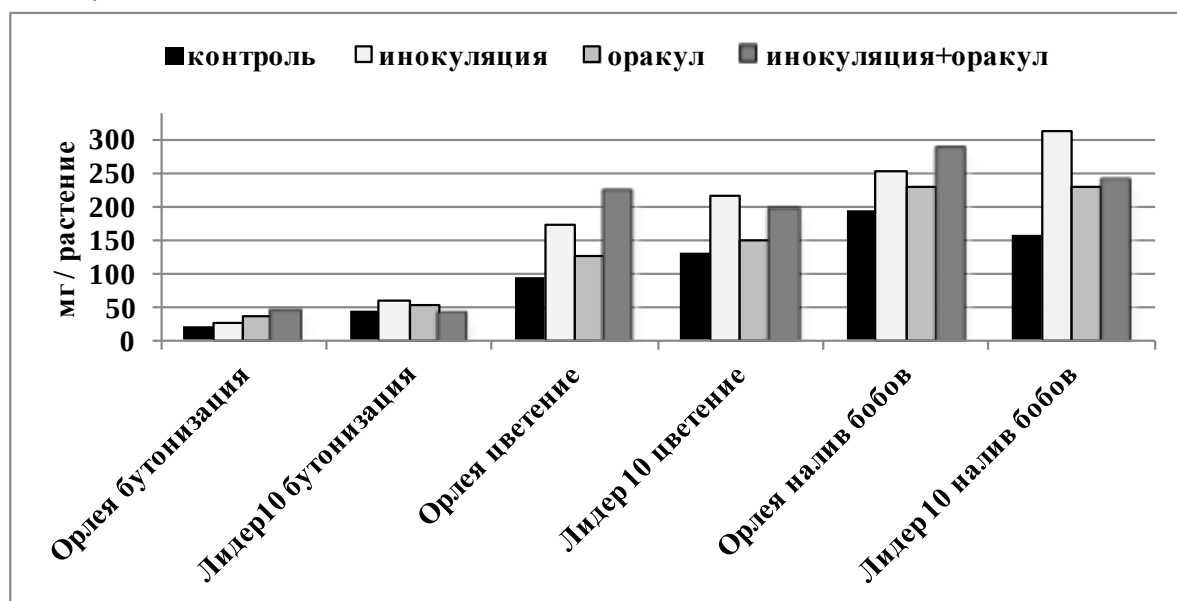


Рис. 2. Сухая масса клубеньков на корнях сортов сои. 2022 год

Увеличение площади листьев под воздействием инокуляции и листовых подкормок оракулом мультикомплекс в 2022 году у сорта Орля проявилось уже на стадии бутонизации: площадь листьев по сравнению с контролем возросла на 10,0-36,0% (рис. 3). В налив бобов у Орля эффект технологических приемов составил 32,0-61,0%. Максимальная площадь листьев отмечена в варианте с оракулом мультикомплекс 89,7 тыс. м²/га.

У Лидера 10 положительная реакция на инокуляцию и оракул мультикомплекс наблюдалась позднее в налив бобов. Наиболее эффективным для этого сорта оказалось совместное применение инокуляции и микроудобрения. Площадь листьев в этом варианте составила 194,0 тыс. м²/га, что выше по сравнению с контролем на 55,0 %.

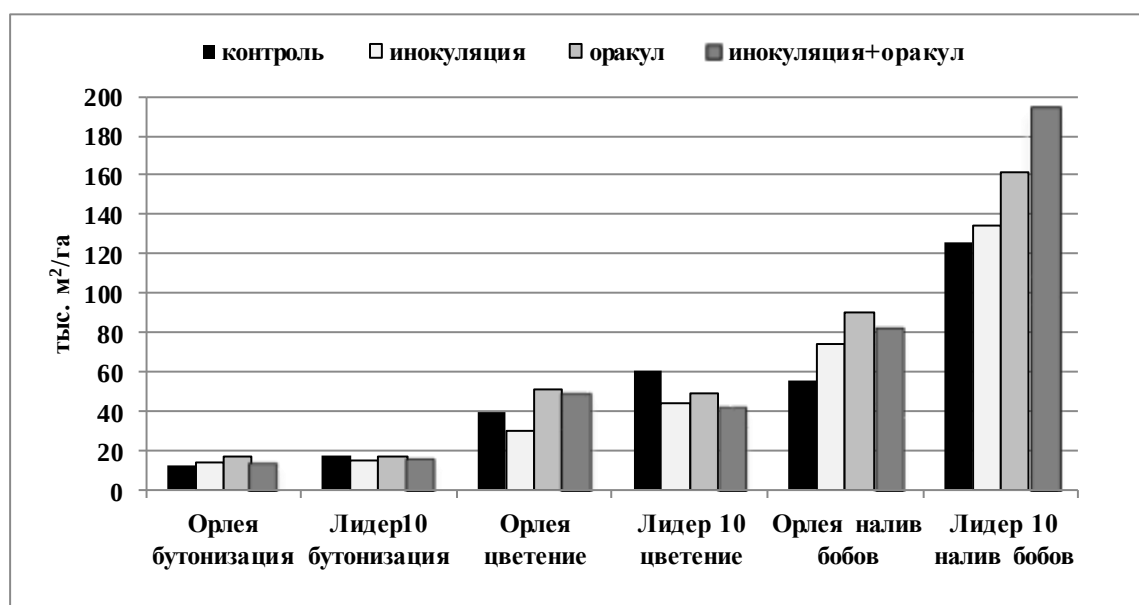


Рис. 3. Площадь листьев сортов сои, тыс. м²/га. 2022 год

Фотосинтетический потенциал у Орлеи колебался от 1,4 м² х сут. /га в контроле до 2,0 м² х сут. /га в варианте с оракулом мультикомплекс (рис. 4). При совместном применении инокуляции и микроудобрения фотосинтетический потенциал составил 1,9 м² х сут. /га. У Лидера 10 максимальный фотосинтетический потенциал наблюдался в варианте с инокуляцией и листовыми подкормками 3,1 м² х сут. /га, что выше контроля на 18,0%.

Чистая продуктивность фотосинтеза у Орлеи изменялась от 5,5 г/м² х сут. в контроле до 7,7 г/м² х сут. в варианте с инокуляцией, у Лидера 10 – от 4,1 г/м² х сут. в контроле до 5,3 г/м² х сут. в варианте с инокуляцией (рис. 5). Технологические приемы повышали чистую продуктивность фотосинтеза на 11,0-25,0%.

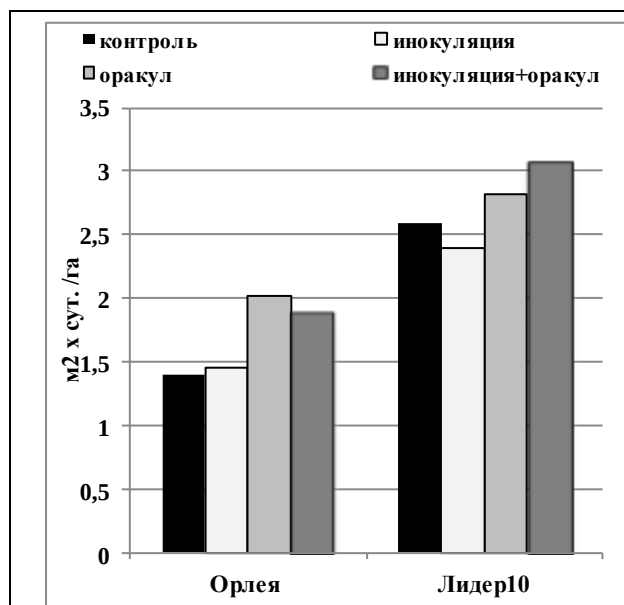


Рис. 4. Фотосинтетический потенциал сортов сои, м² х сут. /га. 2022 год

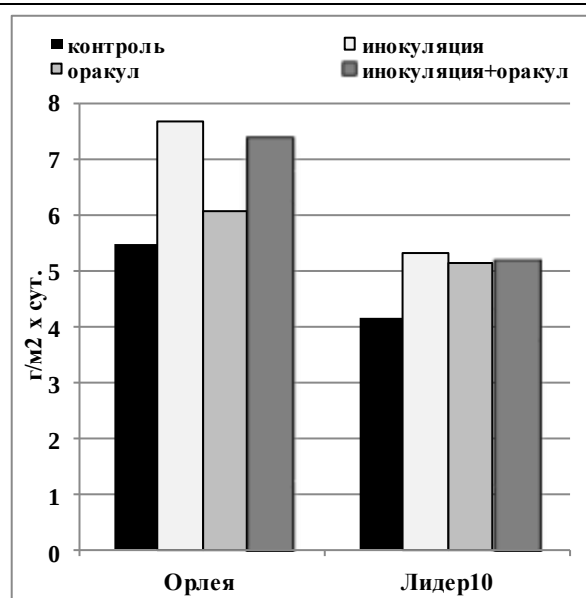


Рис. 5. Чистая продуктивность фотосинтеза сортов сои за период цветения – налив бобов, г/м² х сут. 2022 год

У Орлеи сухая надземная масса в среднем составила 20,42 г/растение, у Лидера 10 – 25,67 г/растение, что на 5,25 г/растение больше (рис. 6). Максимальная надземная масса у обоих сортов отмечена в варианте с совместным применением инокуляции и микроудобрения оракул мультикомплекс 24,29 г/растение у Орлеи и 29,22 г/растение у Лидера 10. Прибавка в результате применения технологических приемов составила у Орлеи 24,6-56,0%, у Лидера 10 – 9,9-33,9%.

Инокуляция и некорневые подкормки микроудобрением оракул мультикомплекс оказывали положительное влияние на урожай зерна (рис. 7). У Орлеи зерновая продуктивность в вариантах с технологическими приемами возрастала на 35,0-119,4%, достигая 9,44-15,36 г/растение; у Лидера 10 – на 39,2-61,6% и составила 14,62-16,97 г/растение.

У Лидера 10 в 3 и 4 вариантах (с гумифулином и оракулом мультикомплекс) урожайность ниже на 13,0-14,0% по сравнению с 2-м вариантом (с инокуляцией). Это происходит вследствие оттока питательных веществ на развитие мощного ассимиляционного аппарата и формирование высокой массы вегетативных органов. Площадь листьев у Лидера 10 в вариантах с гумифулином и оракулом мультикомплекс достигала 162-194 тыс. м²/га, а сухая надземная масса – 27,7-30,3 г/растение (табл. 3, 4; рис. 3, 6). Ранее нами установлено в избыточно влажные, холодные годы развитие площади листьев выше 120-140 тыс. м²/га приводит к снижению урожая зерна [7, 8].

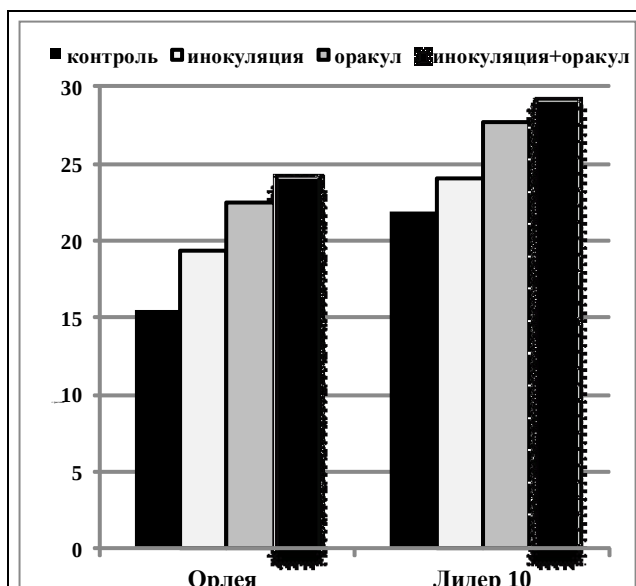


Рис. 6. Сухая надземная масса сортов сои, г/растение. Налив бобов, 2022 год

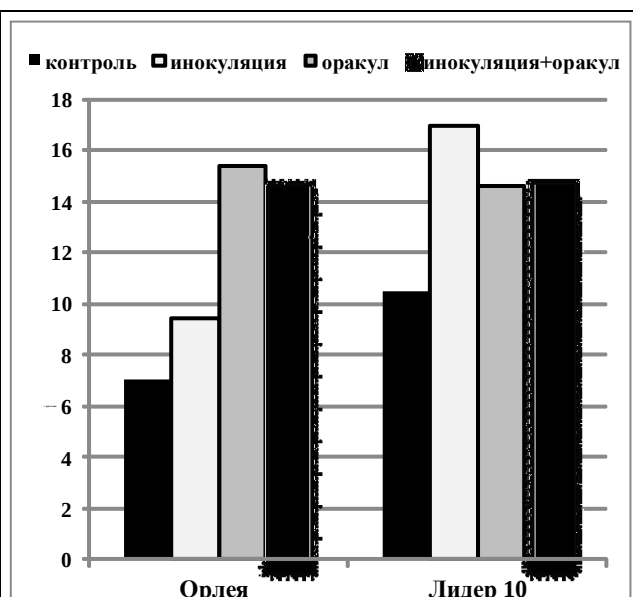


Рис. 7. Урожай зерна сортов сои, г/растение. 2022 год

Заключение

Симбиотическая система сои активно функционирует в течение вегетации, начиная с фазы ветвления, и достигает максимального развития к наливу бобов.

Развитие ассимиляционной поверхности в условиях высокой влагообеспеченности до 160-190 тыс. м²/га является избыточным и приводит к снижению урожая зерна на 13,0-14,0%.

У сортов Орлея, Лидер 10 выявлена наиболее сильная положительная реакция на инокуляцию, гумифулин и их совместное применение во влажных условиях 2022 года.

Обработка семян ризобиями и листовые подкормки активизируют физиологические процессы, способствуя росту количества и массы клубеньков, площади листьев, фотосинтетического потенциала и чистой продуктивности фотосинтеза, что в свою очередь при использовании гумифулина приводит к увеличению урожая сухой надземной массы на 17,0-50,0 % и урожая зерна на 15,0-53,0%, в случае применения оракула мультикомплекс – на 10,0-56,0% и на 15,0-119,0% соответственно.

В среднем за 2 года наибольшая урожайность сухой надземной массы наблюдалась в варианте инокуляция + гумифулин у Орлея – 20,6 г/растение, у Лидера 10 – 28,7 г/растение. Максимальная зерновая продуктивность в среднем за 2 года у Лидера 10 при совместном применении инокуляции и гумифулина – 15,1 г/растение, у Орлея в варианте с гумифулином – 12,6 г/растение.

Литература

1. Kinkema M., Scott P.T., Gresshoff P.M. Legume nodulation: successful symbiosis through short- and long-distance signaling // *Funct. Plant Biol.*, 2006. – N 33. – P. 707-721.
2. Поддубный В.Л. Гуматы – средство решения проблем в летний период // *Зерно*, 2015. - № 01(106). – С. 34-36.
3. Müller-Wegener U. Interaction of humic substances with biota // In: *Humic substances and their role in the environment*, edited by Frimmel, F.H. and Christman, R.F. John Wiley & Sons Limited, 1988. - P. 179-192.
4. Осипов А.И., Шкрабак Е.С. Роль некорневого питания в повышении продуктивности сельскохозяйственных культур // *Известия СПбГАУ*. – 2019. – № 1 (54). – С. 44-52.
5. Маржохова М.Х., Кашукоев М.В. Эффективность некорневой подкормки сои микроудобрениями (обзор) // *Масличные культуры*. – 2022. – Вып. 2 (190). – С. 77-88.
6. Леухина О.В., Головина Е.В. Отзывчивость новых сортов сои на применение некорневой подкормки // *Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Особенности селекции и семеноводства сельскохозяйственных*

культур в условиях импортозамещения». Орел, 2022. С. 61-69. (Электронный ресурс: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49956479>).

7. Головина Е.В., Зеленев А.А. Физиологические особенности сортов сои северного экотипа, возделываемых в условиях ЦЧР // Аграрная наука. – 2020. – № 11-12. – С. 89-96. DOI. org/ 10.32634/0869-8155-2020-343-11-89-96.

8. Головина Е.В. Фотосинтетическая деятельность сортов сои северного экотипа, возделываемых в условиях ЦЧР//Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – № 3 (39). – С. 41-49. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-3-41-49.

References

1. Kinkema M., Scott P.T., Gresshoff P.M. Legume nodulation: successful symbiosis through short- and long-distance signaling/ *Funct. Plant Biol.*, 2006, no. 33, pp. 707-721.

2. Poddubnyi V.L. Gumaty - sredstvo resheniya problem v letnii period [Humates - a means of solving problems in summer]. *Zerno*, 2015, no. 01(106), pp. 34-36. (In Russian)

3. Müller-Wegener U. Interaction of humic substances with biota // U. Müller-Wegener/ In: Humic substances and their role in the environment, edited by Frimmel, F.H. and Christman, R.F. John Wiley & Sons Limited, 1988, pp. 179-192.

4. Osipov A.I., Shkrabak E.S. Rol' nekorneвого pitaniya v povyshenii produktivnosti sel'skokhozyaistvennykh kul'tur [The role of foliar nutrition in improving crop productivity]. *Izvestiya SPbGAU*, 2019, no. 1 (54), pp. 44-52. (In Russian)

5. Marzhokhova M.Kh., Kashukoev M.V. Effektivnost' nekornevoi podkormki soi mikroudobreniyami (obzor) [Efficiency of foliar feeding of soybeans with microfertilizers (review)]. *Maslichnye kul'tury*, 2022, 2 (190), pp. 77-88. (In Russian)

6. Leukhina O.V., Golovina E.V. Otyzvchivost' novykh sortov soi na primeneniye nekornevoi podkormki [Responsiveness of new soybean varieties to foliar application]. *Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh i spetsialistov «Osobennosti selektsii i semenovodstva sel'skokhozyaistvennykh kul'tur v usloviyakh importozameshcheniya»* [Materials of the International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Specialists "Peculiarities of breeding and seed production of agricultural crops in the context of import substitution"]. Орел, 2022. pp. 61-69. (In Russian) (Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49956479>).

7. Golovina E.V., Zelenov A.A. Fiziologicheskie osobennosti sortov soi severnogo ekotipa, vozdel'yaemykh v usloviyakh TsChR [Physiological characteristics of soybean varieties of the northern ecotype cultivated in the conditions of the Central Chernozem Region]. *Agrarnaya nauka*. 2020, no. 11-12, pp. 89-96. (In Russian). DOI. org/ 10.32634/0869-8155-2020-343-11-89-96.

8. Golovina E.V. Fotosinteticheskaya deyatel'nost' sortov soi severnogo ekotipa, vozdel'yaemykh v usloviyakh TsChR [Photosynthetic activity of soybean varieties of the northern ecotype cultivated in the conditions of the Central Chernozem Region]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2021, no. 3 (39), pp. 41-49. (In Russian). DOI: 10.24412/2309-348X-2021-3-41-49.

ИЗУЧЕНИЕ ОБРАБОТКИ СЕМЯН И РАСТЕНИЙ СОИ ИНОКУЛЯНТАМИ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИМИ УДОБРЕНИЯМИ В ЦЕНТРАЛЬНОМ ЧЕРНОЗЕМЬЕ

Е.А. ДУБИНКИНА, А.В. ШАБАЛКИН, кандидат экономических наук
М.Р. МАКАРОВ, аспирант

ТАМБОВСКИЙ НИИСХ – ФИЛИАЛ ФГБНУ «ФНЦ ИМЕНИ. И.В. МИЧУРИНА»,
E-mail: dubinkina1961@mail.ru

В статье изложены результаты исследования 2019-2022 гг. по изучению влияния инокуляции семян, а также предпосевной обработки семян и листовой подкормки вегетирующих растений сои в фазе 6-8 листьев микробиологическими удобрениями на продуктивность и хозяйственно ценные признаки культуры в условиях Центрально-Черноземного региона. Наиболее высокий урожай – 2,45 т/га (в среднем за 4 года) получен на варианте с применением инокуляции семян совместно с обработкой семян и вегетирующих растений микробиологическими удобрениями Азотовит и Фосфатовит. Прибавка урожая на данном варианте составила 0,71 т/га или 40,8%. Отмечено положительное влияние совместного применения биологического протравителя с микробиологическими удобрениями и инокулянтom в композиционной смеси на количественные признаки элементов продуктивности. За счет их применения отмечалось повышение сохранности растений к концу вегетации, увеличивалась масса 1000 семян и улучшались показатели качества зерна сои. Содержание сырого протеина в зерне сои в более высоком количестве наблюдалось на вариантах с обработкой семян инокулянтom (28,7-29,6%). Наибольшая разница по сравнению с контролем отмечена на варианте: Азотовит + Фосфатовит (обработка семян и растений) + Нитрофорс Ж, она составила 2,3%. Наибольший сбор белка и жира в урожае сои был получен на вариантах с обработкой семян инокулянтom, максимально – на варианте Фон + (Азотовит + Фосфатовит) (обработка семян и растений), он составил 0,73 т/га и 0,61 т/га соответственно. Использование инновационных препаратов обеспечило снижение себестоимости семян сои на 1500-3640 руб/т, увеличение прибыли от 6200 до 18050 руб/га и уровня рентабельности от 17 до 47,3%.

Ключевые слова: соя; сырой протеин; сырой жир; протравливание семян; инокуляция; микробиологические удобрения; урожайность.

Для цитирования: Дубинкина Е.А., Шабалкин А.В., Макаров М.Р. Изучение обработки семян и растений сои инокулянтами и микробиологическими удобрениями в Центральном Черноземье. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2023; 1(45):50-58. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-1-50-58

STUDY OF THE TREATMENT OF SOYBEAN SEEDS AND PLANTS WITH INOCULANTS AND MICROBIOLOGICAL FERTILIZERS IN THE CENTRAL CHERNOZEM REGION

E.A. Dubinkina, A.V. Shabalkin, M.R. Makarov

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

Abstract: The article presents the results of a 2019-2022 study on the effect of seed inoculation, as well as pre-sowing seed treatment and foliar feeding of vegetative soybean plants in the 6-8 leaf phase with microbiological fertilizers on productivity and economically valuable crop traits in the conditions of the Central Black Earth region. The highest yield – 2.45 t/ha (on average for 4 years) was obtained on the variant with the use of seed inoculation together with the treatment of seeds and vegetating plants with microbiological fertilizers Azotovit and Phosphatovit. The yield increase in this variant was 0.71 t/ha or 40.8%. The positive effect of the combined use of a biological dresser with microbiological fertilizers and inoculants in a composite mixture on the quantitative characteristics of productivity elements was noted. Due to their use, an increase in the safety of plants by the end of the growing season was noted, the weight of 1000 seeds increased and the quality indicators of soybean seeds improved. The content of crude protein in soy grain in a higher amount was observed in variants with seed treatment with inoculant (28.7-29.6%). The greatest difference compared to the control was noted on the variant: Azotovite + Phosphatovite (seeds and plants treatment) + Nitroforce Zh, it was 2.3%. The largest collection of protein and fat in the soybean harvest was obtained on variants with seed treatment with inoculant, the maximum - on the variant Background + (Azotovite + Phosphatovite) (seeds and plants treatment), it was 0,73 t/ha and 0,61 t/ha, respectively. The use of innovative preparations ensured a reduction in the cost of soybean seeds by 1500-3640 rubles/ton, an increase in profit from 6200 до 18050 rubles/ha and a level of profitability from 17 to 47,3%.

Keywords: soy; crude protein; crude fat; seed dressing; inoculation; microbiological fertilizers; productivity.

Главная зерновая бобовая культура мирового земледелия - соя культурная, является важным источником продовольственных, кормовых ресурсов и биологическим фиксатором азота атмосферы [1]. Возделывание культуры сои наряду с ее высокой рентабельностью производства, широкой востребованностью у товаропроизводителей и потребителей является одним из эффективных экологических путей решения развития органической стратегии страны путем использования потенциала симбиотической фиксации атмосферного азота клубеньковыми бактериями из воздуха и мобилизации его в почвенных запасах [2].

Возрастающая доля поставляемой на мировой рынок сои обеспечивается как увеличением посевной площади, так и ростом урожайности [3]. Вместе с тем в силу своих биологических особенностей зерновые бобовые культуры в сравнении с колосовыми не всегда обеспечивают высокую и устойчивую урожайность, особенно зерна. Средняя урожайность сои остается невысокой – 1,4-1,5 т/га, как в целом по России, так и в Центральном ФО [4].

Отечественное земледелие, функционирующее в условиях резкого сокращения внесения минеральных удобрений, весьма заинтересовано в использовании альтернативных агротехнологий, позволяющих получить дополнительные источники минерального питания растений. Это может быть достигнуто в результате применения биопрепаратов, повышающих симбиотическую азотфиксацию и улучшающих усвоение других макроэлементов бобовыми растениями [5]. Фиксация азота воздуха происходит в процессе симбиоза бобовых с клубеньковыми бактериями рода *Rhizobium* за счет световой энергии, аккумулированной растениями. В зависимости от конкретного вида культуры и условий окружающей среды способность к биологическому связыванию азота у зернобобовых культур составляет от 50 до 200 кг на гектар в год [6].

С целью экологизации производства продукции растениеводства, особое внимание уделяется микробиологическим удобрениям, обогащающим почву азотом и позволяющим переводить труднодоступные для растений формы питательных веществ в легкоусвояемые. К таким относятся Азотовит и Фосфатовит.

Азотовит, в состав, которого входят живые клетки и споры бактерий *Azotobacter chroococcum*, обладает азотфиксирующими свойствами. Фосфатовит содержит живые клетки и споры бактерий *Bacillus mucilaginosus*, превращающие нерастворимые соединения

фосфора и калия в доступную для растений форму, также эти бактерии по своей природе защищают растение от грибковых заболеваний.

Микробиологические удобрения создают оптимальные условия для питания, роста и развития растений, оказывают стимулирующее действие на их иммунную систему, повышают сопротивляемость патогенной микрофлоре и стрессовым факторам. Для растений они являются микробиологическими инокулянтами [7].

Материал и методы исследования

Тамбовская область занимает северо-восточную часть Центрально-Черноземного региона. Климат области умеренно континентальный, с устойчивой зимой и преобладанием теплой, нередко полусухого характера погоды в летний период. Область относится к зоне неустойчивого увлажнения, о чем свидетельствует гидротермический коэффициент (ГТК) 0,9-1,1. Годовая сумма осадков составляет 475-500 мм, из них 60-70% выпадает за теплый период года, нередко засухи и суховеи, их вероятность в мае достигает 70%, в июне – 50%, июле – 60% [8].

Почвы – типичные мощные черноземы глинистые и тяжелосуглинистые средне окультуренные. Содержание гумуса в пахотном слое (0-30 см) – 7,0...7,5%, реакция почвенного раствора ($pH_{\text{сол.}}$) – 6,0...6,5. Тяжелосуглинистый механический состав обуславливает высокую влагоемкость и значительный запас влаги в ранневесенний период до 180-200 мм и более доступной влаги в метровом слое почвы.

Исследования проводились на опытном участке отдела семеноводства Тамбовского НИИСХ. Полевые опыты закладывали по общепринятой методике с учетной площадью 10 м² в трехкратной повторности рядовым способом при соблюдении принятой в Тамбовской области технологии возделывания сои. Объект исследований – скороспелый сорт сои краснодарской селекции Аванта. Норма высева сои – 900 тыс. всхожих зерен на 1 га. Посев проводили в лучшие агротехнические сроки (5-15 мая) сеялкой ССФК -10 в агрегате с трактором Т-16. Опытные участки во время вегетации обрабатывали с помощью ОПР-10 (опрыскиватель пневматический ранцевый). Учет урожая сои проводили поделочно комбайном «Сампо-500».

Биохимический анализ семян сои проводили в аналитической лаборатории ТНИИСХ. Сырой жир определяли по методике С.В. Рушковского (1965), сырой протеин – фотоколориметрическим методом определения азота с реактивом Неслера [9]. Математическую обработку результатов исследований проводили методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985).

В работе использованы следующие препараты:

Азотовит – препарат на основе живых клеток бактерий *Azotobacter chroococcum*, которые фиксируют молекулярный азот и в ходе ряда преобразований переводят его в аммонийную, нитритную и нитратную формы, легко усвояемые растениями.

Фосфатовит – препарат, действующим веществом которого являются споры и живые клетки *Bacillus mucilaginosus*. Органические кислоты, выделяемые данными бактериями, мобилизуют недоступный фосфор и калий из нерастворимых соединений в зоне ризосферы растений, препятствуют процессам «зафосфачивания» почв.

Нитрофорс Ж – жидкий биопрепарат на основе клубеньковых бактерий, инокуляция сои которым позволяет повысить качество продукции, снизить химическую нагрузку на почву и растения, обеспечить азотом растения в критические для них фазы – бутонизации, цветения и формирования бобов, а также другие культуры севооборота, ведь остаток этого элемента в почве значительный. Минеральные удобрения этого не обеспечивают.

Респекта – биологический протравитель для подавления бактериальной и грибной инфекции на семенах, проростках и всходах сои.

В исследованиях проводилась обработка семян совместно с протравителем Респекта (1 л/т) микробиологическими удобрениями Азотовит (4-5 л/т) и Фосфатовит (4-5 л/т). Рассматривались варианты с инокуляцией семян сои Нитрофорсом (2 л/т) и без инокуляции. Во время вегетации применялась внекорневая подкормка растений сои в фазе 6-8 листьев

микробиологическими удобрениями Азотовит (0,8 л/га) и Фосфатовит (0,8 л/га). За контроль принят вариант – обработка семян сои протравителем Респекта (1 л/т).

Схема опыта: 1 – Респекта (обработка семян) – фон; 2 – Фон + инокулянт; 3 – Фон + Азотовит (обработка семян) + Азотовит (обработка растений); 4 – Фон + (Азотовит (обработка семян) + инокул.) + Азотовит (обработка растений); 5 – Фон + Фосфатовит (обработка семян) + Фосфатовит (обработка растений); 6 – Фон + (Фосфатовит (обработка семян + инокул.) + Фосфатовит (обработка растений)); 7 – Фон + (Азотовит (обработка семян) + Фосфатовит (обработка семян)) + (Азотовит (обработка растений) + Фосфатовит (обработка растений)); 8 – Фон + (Азотовит (обработка семян) + Фосфатовит (обработка семян + инокул.) + (Азотовит (обработка растений) + Фосфатовит (обработка растений))).

Результаты и обсуждение

Соя – довольно засухоустойчивая культура. В течение некоторого времени она переносит без особых повреждений засуху, но очень чувствительна к недостатку влаги в период набухания, прорастания семян и появления всходов, а также требует высокой обеспеченности влагой в период цветения – бобобразовании и особенно в периоды формирования бобов – налива семян (расход воды растениями в данные периоды составляет 30,8-39,4% от общего количества за вегетацию) [2].

Характеризуя гидротермические условия 2019-2022 годов, необходимо отметить, что дефицит влаги был отмечен на протяжении всех трех лет (2019 год – 59,4%, 2020 год – 40,1%, 2021 год – 62,5%, 2022 год – 81,8%), однако характер распределения осадков в течение вегетационного периода был различен.

Если в мае и июне 2019 года температура воздуха превышала среднемноголетние показатели, а количество осадков было значительно ниже нормы и растения были несколько угнетены, то в июле в фазу образования бобов и налива семян температурный режим был несколько снижен, а количество осадков оказалось на уровне среднемноголетнего показателя (61,6 мм).

Среднемесячные температуры апреля и мая 2020 года оказались ниже среднемноголетних на 0,6°C, осадков же выпало выше нормы. Такие факторы способствовали интенсивному росту и развитию растений сои в начале вегетационного периода.

Наиболее стрессовыми для возделывания сои были условия 2021 года, которые характеризовались недостаточным количеством осадков в критические по водопотреблению фазы вегетации сои, так в июле и августе осадков выпало ниже нормы на 42,5 и 39,3 мм, а температура оказалась выше среднемноголетних показателей на 2,5°C и 4,6°C соответственно. ГТК июля составил 0,15; августа – 0,08. Большее количество осадков выпало в первые два месяца вегетации – 105,8 мм, выше нормы на 12,6 мм, что и создало благоприятные условия для формирования симбиотического аппарата.

Температура весенне-летнего периода 2022 года оказались выше среднемноголетних значений на 1,2°C, осадков же выпало на 45,2 мм ниже нормы. Летние месяцы вегетационного периода оказались довольно экстремальными для развития растений. ГТК июня составил 0,22; августа – 0,08. В июле в период цветения, образования и роста плодов выпало 55,2 мм осадков, что благоприятствовало формированию урожая сои (табл. 1).

Таблица 1.

Гидротермические условия вегетационного периода сои, 2019-2022 гг.

Годы	Температура воздуха, °C			Осадки, мм		
	Май-сентябрь	Средне-многолетняя	Отклонение	Май-сентябрь	Средне-многолетние	Отклонение
2019	17,1	16,5	+ 0,6	150,2	253,0	- 102,8
2020	17,5	16,5	+ 1,0	101,4	253,0	- 151,6
2021	18,5	16,5	+ 2,0	158,2	253,0	- 94,8
2022	17,7	16,5	+1,2	207,0	253,0	- 46,0

Как зернобобовая соя является средообразующей культурой из-за ее способности к симбиотической активности, эффективность которой зависит как от наличия благоприятных почвенно-климатических условий, так и от адаптивных агроприемов [10].

Главным условием активного усвоения азота воздуха бобовыми культурами является наличие в почве специфичных активных штаммов клубеньковых бактерий. Специфичными для сои являются бактерии вид «*Bradyrhizobium japonicum*». В местах традиционного соеосеяния в почве имеются спонтанные активные штаммы клубеньковых бактерий для сои. В новых районах соеосеяния их нет, поэтому необходимо применять специфичные для сои заводские штаммы. В России принято проводить перед посевом инокуляцию семян бобовых культур заводскими штаммами клубеньковых бактерий. Проникая в корень бобового растения клубеньковые бактерии интенсивно размножаются, резко увеличивая свою численность, а после разрушения клубеньков они переходят в почву. Благодаря этому при повторном посеве бобовая культура может формировать активный симбиоз с клубеньковыми бактериями без инокуляции семян заводским штаммом ризобий [11].

Количество клубеньков в вариантах без инокуляции семян в фазе цветения по вариантам изменялось от 7,8 до 9,9 штук на растение, а с инокуляцией – от 14,9 до 21,1 штук на растение. Сильнее других реагировал на инокуляцию вариант Фон + (Азотовит + Фосфатовит (ОС+ОР)). Количество клубеньков у него возросло на 13,3 шт/раст., по сравнению с контролем и составило 21,1 шт/раст. или 15,6 млн. шт/га. В среднем на вариантах с инокуляцией количество клубеньков было выше на 9,6 шт/раст, чем на вариантах без инокуляции. Уровень образования азотфиксирующих клубеньков на корневой системе сои повысился в среднем по вариантам на 107,9 % по сравнению с контрольными вариантами без инокуляции, а в пересчете на гектар с учетом густоты стояния растений разница составила 7,4 млн. шт/га (табл. 2).

Наиболее высокий уровень образования азотфиксирующих клубеньков на корневой системе сои отмечен в 2021 году – от 13,2 до 23,5 шт/раст. по вариантам.

Таблица 2

Влияние инокуляции и микробиологических удобрений на формирование симбиотического аппарата сои, 2019-2022 гг

Варианты опыта	Обр-ка семян инокулянтами	Кол-во клубеньков, шт/раст	Кол-во клубеньков, млн. шт/га
Фон	не обр.	7,8	4,91
Фон	инокул.	14,9	10,1
Фон + Азотовит (ОС+ОР)	не обр.	9,6	6,43
Фон + Азотовит (ОС+ОР)	инокул.	20,8	15,2
Фон + Фосфатовит (ОС+ОР)	не обр.	8,1	5,35
Фон + Фосфатовит (ОС+ОР)	инокул.	16,9	12,2
Фон + (Азотовит + Фосфатовит (ОС + ОР))	не обр.	9,9	6,73
Фон + (Азотовит + Фосфатовит (ОС+ОР))	инокул.	21,1	15,6

Примечание: ОС – обработка семян; ОР – обработка растений

Использование микробиологических удобрений Азотовита и Фосфатовита способствовало улучшению условий роста и развития растений сои.

Количество растений сои к периоду полной спелости в среднем составило в контроле 63 шт/м², а при совместном использовании микробиологических удобрений – 74 шт/м².

Масса 1000 зерен была выше на всех вариантах с обработкой семян сои Нитрофорсом Ж. Более высоким данный показатель оказался на варианте Фон + (Азотовит + Фосфатовит (ОС+ОР)) с инокуляцией семян, он составил 154,8 г. Прибавка по сравнению с контролем составила 10,1 г. Выделился также вариант Фон + Азотовит (ОС+ОР) с инокуляцией семян с массой 1000 семян 154,0 г.

Анализ снопового образца показал, что высота растений на вариантах с обработкой семян и растений сои различными препаратами превосходила варианты без инокуляции (от 0,7 до 3,7%). Наибольшая высота стеблей была отмечена на варианте с обработкой семян инокулянтom совместно с Азотовитом и Фосфатовитом (ОС+ОР) – 70 см.

Количество бобов и число семян на растении, определяют величину урожая. По количеству бобов на растении отличились варианты: Азотовит + Фосфатовит (ОС+ОР) с инокуляцией семян – 21,4 шт.; Фон + Фосфатовит (ОС + ОР) – 20,7 шт.

По количеству семян на растении отмечен вариант Фон + Азотовит + Фосфатовит (ОС+ОР) – 43,2 шт. Значимый результат по данному показателю отмечен на варианте с инокуляцией семян перед посевом: Фон + Азотовит (ОС + ОР) – 41,4 шт. (табл. 3).

Таблица 3

Элементы структуры урожая сои в зависимости от применения препаратов, среднее за 2019-2022 гг.

Варианты	Обр-ка семян инокулянтами	Масса 1000 зерен, г	Высота раст., см	Кол-во бобов на раст. шт.	Количество семян на растении, шт	Количество растений на 1 м ² , шт.
Фон	не обр.	144,7	66,8	17,5	32,4	63
Фон	инокул.	150,4	67,3	19,3	36,3	68
Фон + Азотовит (ОС+ОР)	не обр.	148,2	67,4	19,5	38,0	67
Фон + Азотовит (ОС+ОР)	инокул.	154,0	69,8	20,1	41,4	73
Фон + Фосфатовит (ОС+ОР)	не обр.	146,4	66,8	18,5	36,2	66
Фон + Фосфатовит (ОС+ОР)	инокул.	151,0	68,1	20,7	38,2	72
Фон + (Азотовит + Фосфатовит (ОС + ОР))	не обр.	148,2	67,5	19,5	38,0	68
Фон + (Азотовит + Фосфатовит (ОС+ОР))	инокул.	154,8	70,0	21,4	43,2	74

Примечание: ОС – обработка семян; ОР – обработка растений

Применение инокулянта и микробиологических удобрений для обработки семян и растений способствовало увеличению урожайности сои, которая варьировала от 1,99 т/га до 2,45 т/га, прибавка урожая составила от 0,25 до 0,71 т/га по сравнению с контрольным вариантом Фон (Респекта – 1 л/т).

В среднем за 4 года исследований вариант Фон + инокуляция семян превосходит по урожайности контроль на 0,32 т/га, а наибольшее увеличение урожайности отмечено варианте: Фон + (Азотовит + Фосфатовит) + инокулянт совместно с листовой обработкой растений сои, который превосходит вариант без инокуляции на 0,14 т/га. При этом по сравнению с контролем (1,74 т/га) прибавка урожая на данном варианте составила 0,71 т/га или 40,8%. То есть действие микробиологических удобрений усиливается благодаря совместной обработке семян сои протравителем и инокулянтom.

Значительные результаты отмечены на варианте Фон + Азотовит (ОС+ОР) с инокуляцией семян. Здесь прибавка к контролю составила 0,61 т/га или 35,0% (табл. 4).

При возделывании сои основными показателями для оценки качества семян являются содержание в них сырого протеина и жира. В среднем за четыре года содержание белка в зерне сои в более высоком количестве наблюдалось на вариантах с обработкой семян инокулянтom (28,7-29,6%). Наибольшая разница по сравнению с контролем отмечена на варианте Фон + ((Азотовит + Фосфатовит) (ОС+ОР)) + инокулянт, которая составила 2,3%. 2020 год оказался наиболее благоприятный для накопления сырого протеина, содержание его в семенах составило от 28,3 до 32,2% по вариантам.

Таблица 4

**Влияние обработки инокулянтном и микробиологическими удобрениями
на урожайность сои**

Варианты	Обр-ка семян инокулянтами	Урожайность, т/га					Прибавка к контролю, т/га
		2019	2020	2021	2022	Среднее	
Фон	не обр.	1,69	1,95	1,81	1,52	1,74	-
Фон	инокул.	1,97	2,10	1,92	2,25	2,06	0,32
Фон + Азотовит (ОС+ОР)	не обр.	2,48	2,15	2,03	1,80	2,11	0,37
Фон + Азотовит (ОС+ОР)	инокул.	2,63	2,40	2,07	2,30	2,35	0,61
Фон + Фосфатовит (ОС+ОР)	не обр.	2,08	2,10	2,05	1,75	1,99	0,25
Фон + Фосфатовит (ОС+ОР)	инокул.	2,32	2,30	2,10	2,28	2,25	0,51
Фон + (Азотовит+ Фосфатовит ОС+ОР))	не обр.	2,36	2,25	2,05	2,05	2,31	0,57
Фон + (Азотовит+ Фосфатовит ОС+ОР))	инокул.	2,65	2,55	2,17	2,45	2,45	0,71
НСР ₀₅		0,14	0,17	0,13	0,21	0,16	

Примечание: ОС – обработка семян; ОР – обработка растений

Содержание жира в семенах сои не зависело от применения препаратов и колебалось от 23,5 до 24,9% по различным вариантам.

Важными показателями, характеризующими сою как ценную кормовую культуру, являются также сбор сырого протеина и жира с единицы площади. Сбор белка и жира напрямую зависит от его содержания и уровня урожайности [5].

Наибольший сбор белка и жира в урожае сои был получен на вариантах с обработкой семян инокулянтном, максимально – на варианте Фон + (Азотовит + Фосфатовит (ОС+ОР)) + инокулянт, он составил 0,73 т/га и 0,61 т/га соответственно (табл. 5).

Таблица 5

Содержание сырого протеина и жира в зерне сои и сбор с 1 га, среднее за 2019-2022 гг.

Варианты	Обр-ка семян инокулянтами	Содержание белка в семенах, %	Содержание жира в семенах, %	Сбор белка с 1 га, т/га	Сбор жира с 1 га, т/га
Фон	не обр.	27,3	24,1	0,47	0,42
Фон	инокул.	29,1	23,7	0,60	0,49
Фон + Азотовит (ОС+ОР)	не обр.	27,6	24,3	0,58	0,51
Фон + Азотовит (ОС+ОР)	инокул.	28,9	23,5	0,68	0,55
Фон + Фосфатовит (ОС+ОР)	не обр.	28,3	23,6	0,56	0,47
Фон + Фосфатовит (ОС+ОР)	инокул.	28,7	24,3	0,65	0,54
Фон + (Азотовит + Фосфатовит (ОС + ОР))	не обр.	28,5	24,7	0,66	0,57
Фон + (Азотовит + Фосфатовит (ОС+ОР))	инокул.	29,6	24,9	0,73	0,61

Примечание: ОС – обработка семян; ОР – обработка растений

Соя – высокорентабельная коммерческая культура. По доходности соя приближается к подсолнечнику и при урожайности в 15 ц/га рентабельность ее производства может достигать 200%, а потенциал сои позволяет получать и более высокие урожаи [12]. Стоимость продукции по вариантам составила 52,2-73,5 тыс. руб./га, а чистая прибыль – 22,41-40,46 тыс. руб./га. Использование инновационных препаратов позволило снизить себестоимость семян на 1,5-3,64 тыс. руб/т и увеличить уровень рентабельности на 17-47,3% по сравнению с контрольным вариантом. Максимальная прибыль – 40,46 тыс. руб/га при

уровне рентабельности 122,5% получена на варианте Фон + (Азотовит + Фосфатовит (ОС + ОР)) с инокуляцией семян (табл. 6).

Таблица 6

Экономическая эффективность возделывания сои в зависимости от применения адаптивных агроприемов

Вариант	Инокуляция семян	Стоимость продукции, тыс руб/га	Производственные затраты, тыс. руб/га	Прибыль, тыс. руб/га	Себестоимость, т. руб/т	Рентабельность, %
Фон	не обр.	52,2	29,79	22,41	17,12	75,2
Фон	инокул.	61,8	30,86	30,94	14,98	100,3
Фон + Азотовит (ОС+ОР)	не обр.	63,3	31,71	31,59	15,03	99,6
Фон + Азотовит (ОС+ОР)	инокул.	70,5	32,50	38,00	13,83	116,9
Фон + Фосфатовит (ОС+ОР)	не обр.	59,7	31,09	28,61	15,62	92,0
Фон + Фосфатовит (ОС+ОР)	инокул.	67,5	31,89	35,61	14,17	111,7
Фон + (Азотовит + Фосфатовит (ОС+ОР))	не обр.	69,3	32,25	37,05	13,96	114,9
Фон + (Азотовит + Фосфатовит ОС+ОР))	инокул.	73,5	33,04	40,46	13,48	122,5

Примечание: ОС – обработка семян; ОР – обработка растений

Закключение

Таким образом, в результате четырехлетних исследований по изучению влияния комплексного применения предпосевной обработки семян сои инокулянтном Нитрофорс Ж (2 л/т) и микробиологическими препаратами Азотовит (4,5 л/т) + Фосфатовит (4,5 л/т) с использованием листовых подкормок в фазе 6-8 листьев теми же препаратами в дозе по 0,8 л/га, выявлено, что данные препараты обеспечивают достоверную прибавку урожайности на 0,71 т/га или 40,8%, за счет увеличения количества бобов с растения на 3,9 шт., количества семян с растения на 10,8 шт. и массы 1000 семян на 10,1 г.

Оценка агроэкономической эффективности микробиологических удобрений для предпосевной обработки семян и листовых подкормок подтверждает целесообразность их использования для создания оптимальных условий питания, роста и развития растений, повышения качества продукции.

Использование адаптивных агроприемов обеспечивает снижение себестоимости семян сои на 1,5-3,64 тыс. руб/т и увеличение прибыли от 6,2 до 18,0 тыс. руб/га и уровня рентабельности – от 17 до 47,3%.

Литература

1. Белявская Л.Г., Рыбальченко А.М. Скрининг коллекции сои по скороспелости и продуктивности в условиях Левобережной лесостепи Украины // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2019. – № 1 (29) – С. 63-69.
2. Зотиков В.И., Зубарева К.Ю., Варламов Н.В. Отзывчивость различных сортов сои на применение органоминеральных удобрений // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2022. – № 2 (42). – С. 5-15. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-2-5-15
3. Маржохова М.Х., Кашукоев М.В. Эффективность некорневой подкормки сои микроудобрениями // Масличные культуры. 2022. – Выпуск 2 (190). – С. 77-88.
4. Зотиков В.И., Сидоренко В.С., Грядунцова Н.В. Развитие производства зернобобовых культур в Российской Федерации // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. – № 2 (26). – С. 4-10. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-10008
5. Парахин Н.В., Осин А.А., Осина В.С. Влияние двойной инокуляции на симбиоз, азотфиксацию, продуктивность и качество семян сои // Вестник ОрелГАУ, – 2008. – № 3 (12). – С. 2-4.
6. Зотиков В.И., Наумкина Т.С., Грядунцова 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.

7. Беляев Н.Н., Дубинкина Е.А. Эффективность микробиологических удобрений при обработке семян и растений сои на Северо-Востоке ЦЧР // Зернобобовые и крупяные культуры, – 2019. – № 2 (30). – С. 67-71. DOI:10.24411/2309-348X-2019-11091
8. Иванова О.М. Оценка влияния азотных удобрений на продуктивность сортов озимой пшеницы на типичном черноземе // Агрохимический вестник. – 2012. – № 5. – С. 44-47.
9. Межгосударственный стандарт. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина, Москва: Стандартинформ, 2011, 16 с.
10. Акулов А.С., Васильчиков А.Г. Адаптивная технология возделывания сои // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2014. – № 4 (12). – С. 108-113.
11. Храмой В.К., Бурлаков К.С. Влияние инокуляции семян на формирование симбиотического аппарата и развитие растений сои в условиях Центрального района Нечерноземной зоны // Материалы Международной научной конференции «Агробиотехнология - 2021», Москва, 24-25 ноября 2021. – 1321 с.
12. Вислобокова Л.Н., Скорочкин Ю.П., Гераськин А.И., Воронцов В.А., Мустафин, И.И., Дубинкина Е.А., Беляев Н.Н. и др. // Система земледелия нового поколения Тамбовской области. – Тамбов: Изд-во Першина Р.В., – 2016. – 439 с.

References

1. Belyavskaya L.G., Rybalchenko A.M. Skrinig kolektsii soi po skorospelosti i produktivnosti v usloviyakh Levoberezhnoi lesostepi Ukrainy [Screening of soybean collection by precocity and productivity in the conditions of the Left-bank forest-steppe of Ukraine] *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2019, no. 1 (29), pp. 63-69. (In Russian)
2. Zotikov V.I., Zubareva K.Yu., Varlamov N.V. Otyzvchivost' razlichnykh sortov soi na primeneniye organomineral'nykh udobrenii [Responsiveness of various soybean varieties to the use of organomineral fertilizers]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2022, no. 2 (42), pp. 5-15. (In Russian)
3. Marzhokhova M.Kh., Kashukoev M.V. Effektivnost' nekornevoi podkormki soi mikroudobreniyami [The effectiveness of foliar fertilization of soybeans with micronutrients. Maslichnye kul'tury]. 2022, Issue 2 (190), pp. 77-88. (In Russian)
4. Zotikov V.I., Sidorenko V.S., Gryadunova N.V. Razvitie proizvodstva zernobobovykh kul'tur v Rossiiskoi Federatsii [Development of leguminous crops production in the Russian Federation]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2018, no. 2 (26), pp. 4-10. (In Russian)
5. Parakhin N.V., Osin A.A., Osina V.S. Vliyanie dvoynoi inokulyatsii na simbioz, azotifikatsiyu, produktivnost' i kachestvo semyan soi [The effect of double inoculation on symbiosis, nitrogen fixation, productivity and quality of soybean seeds]. *Bulletin of the OrelGAU*, 2008, no. 3 (12), pp. 2-4. (In Russian)
6. Zotikov V.I., Naumkina T.S., Gryadunova N.V., Sidorenko V.S., Naumkin V.V. Zernobobovye kul'tury - vazhnyi faktor ustoichivogo ekologicheskii orientirovannogo sel'skogo khozyaistva [Leguminous crops are an important factor of sustainable ecologically oriented agriculture]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2016, no. 1 (17), pp. 6-13. (In Russian)
7. Belyaev N.N., Dubinkina E.A. Effektivnost' mikrobiologicheskikh udobrenii pri obrabotke semyan i rastenii soi na Severo-Vostoke TsChR [The effectiveness of microbiological fertilizers in the processing of soybean seeds and plants in the North-East of Central Chernozem Region]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2019, no. 2 (30), pp. 67-71. (In Russian)
8. Ivanova O.M. Otsenka vliyaniya azotnykh udobrenii na produktivnost' sortov ozimoi pshenitsy na tipichnom chernozeme [Assessment of the effect of nitrogen fertilizers on the productivity of winter wheat varieties on typical chernozem]. *Agrokhimicheskii vestnik*, 2012, No. 5, pp. 44-47. (In Russian)
9. Mezghosudarstvennyi standart. Korma, kombikorma, kombikormovoe syr'e. Metody opredeleniya soderzhaniya azota i syrogo proteina [Interstate standard. Feed, compound feed, compound feed raw materials. Methods for determination of nitrogen content and crude protein], Moscow: Standartinform, 2011, 16 p. (In Russian)
10. Akulov A.S., Vasilchikov A.G. Adaptivnaya tekhnologiya vozdel'yvaniya soi [Adaptive technology cultivation of soybeans]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2014, no. 4 (12), pp. 108-113. (In Russian)
11. Khramoi V.K., Burlakov K.S. Vliyanie inokulyatsii semyan na formirovaniye simbioticheskogo apparata i razvitie rastenii soi v usloviyakh Tsentral'nogo raiona Nечernozemnoi zony [The influence of seed inoculation on the formation of the symbiotic apparatus and the development of soybean plants in the conditions of the Central region of the Non-Chernozem zone]. Materials of the International Scientific Conference "Agrobiotechnology - 2021", Moscow, November 24-25, 2021, 1321 p.
12. Vislobokova L.N., Skorochkin Yu.P., Geraskin A.I., Vorontsov V.A., Mustafin, I.I., Dubinkina E.A., Belyaev N.N., et al. Sistema zemledeliya novogo pokoleniya Tambovskoi oblasti [The system of agriculture of the new generation of the Tambov region]. Tambov: Publishing house of Pershin R.V., 2016, 439 p. (In Russian)

ИЗУЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ СОИ

П.В. ЯТЧУК, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР», г. Орел

В статье представлены результаты исследований по изучению оптимальных норм высева, эффективности инокуляции и минеральных удобрений на продуктивность и азотфиксирующую способность клубеньковых бактерий новых сортов сои Лидер 10 и Орлея. Выявлено, что сорт Орлея сформировал более высокую продуктивность при норме высева 500 тыс.шт/га всхожих семян и предпосевной инокуляции Хайкоут Супер Соя на фоне минеральных удобрений в дозе 60 кг/га д.в. по сравнению с контролем. Сорт Лидер 10 является наиболее технологичным и характеризуется большей высотой прикрепления нижнего боба, меньшей полегаемостью. Оптимальная норма высева для сорта Лидер 10 600 тыс. шт/га, для Орлея – 500 тыс. шт/га при широкорядном способе посева.

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

Для цитирования: Ятчук П.В. Изучение некоторых элементов технологии возделывания перспективных сортов сои. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2023; 1(45):59-66. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-1-59-66

STUDY OF SOME ELEMENTS OF THE CULTIVATION TECHNOLOGY OF PROMISING SOYBEAN VARIETIES

P.V. Yatchuk

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

Abstract: *The article presents the results of studies on the study of optimal seeding rates, the efficiency of inoculation and mineral fertilizers on the productivity and nitrogen-fixing ability of nodule bacteria for new soybean varieties Leader 10 and Orleya. It was revealed that the variety Orleya formed a higher productivity at a seeding rate of 500-600 thousand viable seeds/ha and pre-sowing inoculation with Highcoat Super Soya against the background of mineral fertilizers at a dose of 60 kg/ha of active substance compared to control. Variety Leader 10 is the most technological and is characterized by a higher attachment height of the lower bean, lower lodging. The optimal seeding rate for the Leader variety is 10-600 thousand seeds/ha, for Orleya - 500 thousand seeds/ha, with wide-row sowing.*

Keywords: soybean, variety, inoculation, technology, productivity.

Введение

Соя – основная зернобобовая культура мирового сельского хозяйства. Посевные площади сои в России в 2022 г. занимали более 3468,9 тыс. га. С 2017 года площади под соей в Центральном ФО выросли на 67%, в то время как в ДФО сократились на 18,4%. В тройке лидеров по площадям сои в ЦФО – Белгородская, Курская и Орловская области. В Орловской области в 2022 году под соей было занято свыше 137 тыс., в 2019 году – около 80 тыс. га. Исключительность её среди всех других полевых культур обусловлена богатым биохимическим составом семян и прежде всего высоким содержанием полноценного по аминокислотному составу белка, способности повышать плодородие почвы

за счет симбиотической фиксации азота из атмосферного воздуха [1]. Современные сорта сои способны формировать более 3,0 т семян с гектара. Одним из важнейших приемов в технологии возделывания сои является инокуляция семян высокоэффективными штаммами клубеньковых бактерий, которая повышает продуктивность в среднем на 10-25% [2, 3]. Для активной работы азотфиксирующих бактерий необходимы: умеренные температуры (при высоких температурах азотфиксация не происходит); оптимальная влажность почвы; интервал кислотности почвы pH – 6,6-7; хорошая аэрация почвы [4]. Исследования Липецкого Агро Центра BASF показали, что после применения инокулянта ХАЙСТИК СОЯ средняя прибавка урожая составила 3,2 ц/га, по данным Белгородского Агро Центра – свыше 7 ц/га [5]. На ранних фазах развития растений процесс азотфиксации клубеньковыми бактериями на корнях сои еще малоактивен, поэтому необходима стартовая доза азотных удобрений около 30-60 кг д.в./га, а более высокие нормы азота снижают активность симбиотической азотфиксации [6].

Цель исследований – изучить эффективность отдельных технологических приёмов – норм высева семян, применения минеральных удобрений, инокуляции для разработки технологии возделывания перспективных сортов сои Лидер 10 и Орлея.

Материал и методика проведения исследований

Исследования проводились в 2021-2022 гг. на экспериментальной базе ФНЦ ЗБК. В четырёхфакторном полевом опыте изучались сорта сои: **Лидер 10** селекции ООО «АСТ», включённый в Госреестр селекционных достижений РФ по Центрально-Чернозёмному региону (5) с 2020 года [7] и новый сорт **Орлея** селекции ФНЦ ЗБК, который проходит государственное сортоиспытание с 2022 года. Нормы высева – 500 и 600 тыс. всхожих семян на 1 га. Для предпосевной обработки был взят инокулянт **Хайкоут Супер Соя**. Высококачественный двухкомпонентный препарат для сои, который содержит бактерии рода *Bradyrhizobium japonicum* (штамм 532 С), титр не менее 1×10^{10} живых КОЕ на 1 мл препарата. Инокуляция проводилась в день посева из расчета 1,42 л/т. В качестве минеральных удобрений использовали аммиачную селитру в дозе 60 кг/га д.в. Посев широкорядный с междурядьями 45 см. Повторность опыта четырёхкратная. Размещение вариантов рендомизированное. Посевная площадь делянки 10 м². Опыты проводились на темно-серой лесной среднесуглинистой почве со следующей агрохимической характеристикой почвы: pH сол – 5,4; гумус, % – 5,4; P₂O₅ – 14,0 и K₂O – 12,3 мг на 100 г почвы. Предшественник – чистый пар. Результаты опытов по урожайности обрабатывали математическим методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985). Схема опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1

Схема опыта

Факторы			
А – Сорт	В – удобрения	С – норма высева, тыс./шт. га	Д-инокуляция
Орлея	Без удобрений (контроль)	500	Контроль
			Инокуляция
		600	Контроль
			Инокуляция
	Аммиачная селитра 60 кг/га д. в.	500	Контроль
			Инокуляция
		600	Контроль
			Инокуляция
Лидер 10	Без удобрений (контроль)	500	Контроль
			Инокуляция
		600	Контроль
			Инокуляция
	Аммиачная селитра 60 кг/га д. в.	500	Контроль
			Инокуляция
		600	Контроль
			Инокуляция

Результаты исследований

Погодные условия вегетационного периода 2022 года характеризовались недобором тепла в мае – 11,5°C, что на 2,3°C ниже средних многолетних. Вегетационный период сортов сои Лидер 10 и Орлея от посева до полной спелости в 2021 году составил 130 и 115 дней, а в 2022 году 135 и 118 дней соответственно. Посев опытов в 2022 году из-за холодных погодных условий был проведен 25 мая, что на семь дней позже, чем в 2021 году (18 мая), Средняя температура воздуха в мае 2022 года составила 11,5°C, что на 2,3°C ниже среднемноголетней, количество осадков в мае составило 51,1 мм, что на 1 мм выше среднемноголетних значений (табл. 2). Наибольшее количество осадков пришлось на сентябрь. Сумма осадков составила 111,0 мм. С 14.09.22 г по 30.09.22 отмечалось опасное агрометеорологическое явление – переувлажнение почвы, что отразилось на сроках и качестве уборки семян.

Таблица 2

Метеорологические условия в период вегетации сои

Месяц	Средняя t воздуха, °C			Осадки, мм		
	2021	2022	среднемноголетняя	2021	2022	среднемноголетняя
Май	13,9	11,5	13,8	72,1	51,1	51
Июнь	19,8	19,1	16,8	40,7	52,5	73
Июль	22,3	19,1	17,6	51,1	63,5	81
Август	20,5	21,8	17,0	49,8	32,3	63
Сентябрь	10,4	9,9	11,6	129,5	111,0	52
Октябрь	-	7,6	5,3	-	84,1	42

В опытах по изучению эффективности отдельных технологических приёмов возделывания перспективных сортов сои выявлено, что наиболее высокую продуктивность в среднем за 2 года сформировал сорт Орлея на варианте, где проводилась предпосевная инокуляция семян при норме высева 500 тыс. шт/га – 3,1 т/га, при норме 600 тыс. – 2,8 т/га, тогда как на контроле при этих же нормах высева – 2,9 и 2,6 т/га соответственно (табл.3) На варианте с предпосевной инокуляцией на фоне внесения минеральных удобрений в дозе 60 кг/га д.в с нормой высева 500 тыс. шт/га урожайность составила 3,0 т/га, при норме высева 600 тыс. шт/га – 2,8 т/га.

Таблица 3

Влияние технологических приёмов на урожайность новых сортов сои

Факторы				Урожайность, т/га		
				2021	2022	Среднее за 2 года
А Сорт	В удобрения	С норма высева, тыс/шт.га	Д инокуляция			
Орлея	Без удобрений (контроль)	500	Контроль	3,4	2,4	2,9
			Инокуляция	3,0	3,2	3,1
		600	Контроль	2,8	2,4	2,6
			Инокуляция	2,8	2,9	2,8
	Аммиачная селитра 60 кг/га д. в.	500	Контроль	3,2	2,3	2,7
			Инокуляция	3,3	2,7	3,0
		600	Контроль	2,8	2,2	2,5
			Инокуляция	2,7	3,0	2,8
Лидер 10	Без удобрений (контроль)	500	Контроль	2,6	2,3	2,4
			Инокуляция	2,8	2,7	2,7
		600	Контроль	2,5	2,0	2,2
			Инокуляция	3,2	2,8	3,0
	Аммиачная селитра 60 кг/га д. в.	500	Контроль	2,8	2,5	2,6
			Инокуляция	2,8	2,4	2,6
		600	Контроль	2,5	2,0	2,2
			Инокуляция	3,0	2,4	2,7
НСР ₀₅ сорт				0,34	0,14	-
НСР ₀₅ удобрения				0,41	0,24	-
НСР ₀₅ нормы высева				0,35	0,19	-
НСР ₀₅ инокуляция				0,39	0,11	-

Продуктивность сорта сои Лидер 10 на контрольном варианте при норме высева 500 тыс. шт/га, составила 2,4 т/га, при норме 600 тыс. – 2,2 т/га. На вариантах, где проводилась предпосевная инокуляция сои с нормами высева 500-600 тыс./га в среднем за 2021-2022 гг. она составила 2,7 т/га и 3,0 т/га соответственно.

При внесении минерального азота на фоне инокуляции с нормой высева 500 тыс. шт./га она составила 2,6 т/га, при норме 600 тыс. 2,7 т/га, тогда как на контроле при этих же нормах высева – 2,6 и 2,2 т/га соответственно.

В опыте проводилось определение азотфиксирующей способности клубеньковых бактерий на корнях растений сои. Показано, что эффективность бобово-ризобияльного симбиоза зависит от величины и активности симбиотического аппарата (табл. 4). Чаще всего в качестве этих показателей используют количество и массу клубеньков на одно растение.

Таблица 4

Влияние технологических приёмов на формирование симбиотического аппарата на корнях сои в фазу бутонизации начало цветения

Факторы				Количество клубеньков шт./растение			Масса клубеньков с растения, г		
А - Сорт	В- удобрения	С- норма высева тыс/шт. га	Д- инокуляция	2021	2022	среднее	2021	2022	среднее
Орлея	Без удобрений (контроль)	500	Контроль	10	9	9	0,058	0,050	0,054
			Инокуляция	18	21	19	0,104	0,012	0,108
		600	Контроль	9	7	8	0,052	0,046	0,049
			Инокуляция	17	14	15	0,099	0,087	0,093
	Аммиачная селитра 60 кг/га д. в	500	Контроль	11	10	10	0,064	0,055	0,059
			Инокуляция	10	8	9	0,058	0,051	0,054
		600	Контроль	13	11	12	0,075	0,067	0,071
			Инокуляция	12	10	11	0,070	0,062	0,066
Лидер 10	Без удобрений (контроль)	500	Контроль	17	10	13	0,099	0,082	0,090
			Инокуляция	26	20	23	0,151	0,140	0,145
		600	Контроль	15	12	13	0,087	0,072	0,078
			Инокуляция	19	16	17	0,110	0,097	0,207
	Аммиачная селитра 60 кг/га д. в	500	Контроль	11	14	12	0,064	0,056	0,06
			Инокуляция	10	11	11	0,058	0,070	0,064
		600	Контроль	11	19	10	0,064	0,053	0,058
			Инокуляция	10	15	12	0,058	0,063	0,060

Динамика формирования числа клубеньков на всех вариантах опыта была не идентичной. Так у сорта сои Орлея на варианте с предпосевной инокуляцией и норме высева 500 тыс./га в среднем за 2 года, их количество составило 19 шт./растение, тогда как на контроле 9 шт./растение, с массой клубеньков 0,108 и 0,054 г. соответственно. При норме высева 600 тыс./га количество их составило 15 шт./растении а масса 0,093 г., а на контроле 8 шт./растение при их массе 0,049 г. в среднем за 2 года.

На варианте с внесением минерального азота в дозе 60 кг/га.дв количество клубеньков находилось на уровне контроля, а их масса составила 0,054-0,059 г. при норме высева 500 тыс./га и 0,066 – 0,071 г. при посеве с номой 600 тыс./га.

У сорта сои Лидер 10 лучшим вариантом по азотфиксирующей способности клубеньковых бактерий в фазу бутонизации начало цветения по результатам за 2 года был вариант с предпосевной инокуляцией и нормой высева 500 тыс./га, где число клубеньков на

одном растении составило – 23 шт, а на контроле – 13 шт, с их массой 0,145 и 0,090 г соответственно (рис.).



Рис. Клубеньки на корнях растений сои сорта Лидер 10

По результатам исследований за 2021-2022 гг. установлено, что масса клубеньков и их количество изменялись по вариантам опыта, при этом на варианте, где проводилась предпосевная инокуляция на фоне внесения минеральных удобрений их количество и масса были меньше, чем при проведении предпосевной инокуляции без применения удобрений. Технологичность зернобобовых культур, в том числе и сои, определяется как устойчивостью к полеганию, так и высотой прикрепления нижних бобов, от которой зависят потери во время механизированной уборки урожая. Необходимо отметить, что в среднем за 2 года по этому показателю выделился вариант, где проводилась предпосевная инокуляция на фоне внесения минеральных удобрений при норме высева 500 тыс./га – 10,8 см у сорта Лидер 10. У сорта Орлея лучшим по высоте прикрепления нижнего боба в среднем за 2021-2022 гг. оказался вариант, где применялась предпосевная инокуляция при норме высева 600 тыс./га и составила 8,9 см, следовательно сорт Лидер 10 оказался более технологичным с точки зрения более качественной уборки урожая. Структурный анализ образцов сои выявил небольшие отличия в элементах продуктивности (табл. 5).

Оценивая сорта по элементам структурного анализа, следует отметить, что наибольшая высота растений за 2021-2022 годы отмечена у сорта Лидер 10 -103,4 см, на варианте с предпосевной инокуляцией на фоне внесения минерального азота. Максимальное число бобов на растении было сформировано у сорта Орлея на варианте с предпосевной инокуляцией при норме высева 600 тыс. шт./га – 80,8 шт./растение. Наибольшее число семян с 1 растения в среднем за 2 года было сформировано у сорта сои Лидер 10 – 103 шт./растение, а у сорта Орлея – 93,5 шт./растение. В 2021-2022 году наблюдалось полегание растений у сорта сои Орлея, тогда как Лидер 10 был устойчив к полеганию.

Характеристика структурного анализа растений сои в зависимости от элементов технологии (ср. за 2021-2022 гг.)

Сорт фактор А	Удобрения фактор В	Норма высева, тыс/га	Инокуляция – фактор Д	Высота растений, см	Высота прикрепления нижнего боба, см	Число бобов с 1 растения, шт.	Число семян с 1 растения, шт.	Масса семян с 1 растения, г	Масса 1000 семян, г
Орлея	Без удобрений (контроль)	500	Контроль	87,2	6,3	42,6	87,5	13,8	158,7
			Инокуляция	88,7	8,3	41,1	93,5	16,5	163
		600	Контроль	90,7	6,7	49,4	83	11,9	160
			Инокуляция	92,2	8,9	80,8	88	23,4	164
	Аммиачная селитра 60 кг/га д. в	500	Контроль	87,2	8,3	41,4	82,5	10,8	131,6
			Инокуляция	90,1	8,3	42,3	79,5	13,3	158
		600	Контроль	88,4	8,5	42,6	79,5	9,4	113,5
			Инокуляция	98,0	7,3	46,3	88	11,5	136,3
Лидер 10	Без удобрений (контроль)	500	Контроль	88,7	7,2	47,9	81	12,4	145,4
			Инокуляция	93,3	8,6	44,4	73	14,5	154,9
		600	Контроль	103	9,9	45,3	98	14,7	151,0
			Инокуляция	100	9,7	57,4	105	16	152,1
	Аммиачная селитра 60 кг/га д. в	500	Контроль	95,9	9,5	52,7	99	16,6	142,8
			Инокуляция	103,4	10,8	47,8	98	17,1	148,6
		600	Контроль	100,3	9,9	50,5	95	16,1	148
			Инокуляция	101,3	10,7	55	103	18,6	145,9

Необходимо отметить, что по показателю массы 1000 семян сорт Лидер 10 уступил сорту Орлея. По этому показателю лучшим оказался вариант, где проводилась предпосевная инокуляция без применения минеральных удобрений при норме высева 600 тыс. шт./га и составил 164 грамм. У сорта Лидер 10 масса 1000 семян варьировала от 142,8-154,9 г.

Полевая и кормовая ценность урожая сои определяется содержанием в ней белка и жира (табл. 6). Содержание белка в урожае сои имеет как теоретическое значение в плане изучения обмена азотсодержащих веществ в анализируемом образце, так и практическое – оценка пищевой ценности семян сои.

Таблица 6

Содержание белка и жира в зависимости от вариантов опыта (ср за 2021-2022 гг.)

Факторы				Содержание	
А – Сорт	В – удобрения	С – норма высева, тыс/шт. га	Д – инокулянты	белка, %	жира, %
Орлея	Без удобрений (контроль)	500	Контроль	43,5	19,5
			Инокуляция	43,5	17,9
		600	Контроль	44,2	18,7
			Инокуляция	45,6	18,8
	Аммиачная селитра 60 кг/га д. в	500	Контроль	43,3	19,2
			Инокуляция	43,9	19,4
		600	Контроль	43,6	18,8
			Инокуляция	44,4	19,0
Лидер 10	Без удобрений (контроль)	500	Контроль	45,5	17,1
			Инокуляция	45,9	17,2
		600	Контроль	45,3	19,1
			Инокуляция	45,8	17,8
	Аммиачная селитра 60 кг/га д. в	500	Контроль	43,7	17,7
			Инокуляция	45,6	17,9
		600	Контроль	44,8	18,7
			Инокуляция	45,9	17,3

По содержанию белка в среднем за 2 года выделился сорт сои Лидер 10. Его содержание на варианте с предпосевной инокуляцией (без применения минеральных удобрений) с нормой высева 500 тыс./га, а также на фоне внесения минеральных удобрений с нормой высева 600 тыс./га составило 45,9%. Лучшим по этому показателю для сорта Орлея оказался вариант с предпосевной инокуляцией и нормой высева 600 тыс./га – 45,6%. По содержанию жира в семенах сои у сорта Лидер 10 в среднем за 2 года выделился вариант, где проводилась предпосевная инокуляция, с нормой высева 600 тыс./га и составило 19,1%, что на 1,3% выше, чем на контроле. Максимальное значение по этому показателю для сорта Орлея было отмечено на варианте, где применялась предпосевная инокуляция с нормой высева 500 тыс./га – 19,5%.

Заключение

Таким образом, результаты исследований свидетельствуют о том, что наиболее урожайным отмечен сорт сои Орлея, однако сорт Лидер 10 был более технологичным в связи с большей высотой прикрепления нижнего боба и характеризовался меньшей полегаемостью.

Инокуляция Хайкоут Супер Соя при норме высева 500-600 тыс./га для сорта сои Орлея способствовала прибавке урожая на 0,2 т/га по сравнению с контролем. Предпосевная инокуляция на фоне внесения минеральных удобрений в дозе 60 кг/га. д. в, увеличила продуктивность на 0,3 т/га.

Максимальная прибавка урожая получена у сорта сои Лидер 10 на варианте, где проводилась предпосевная инокуляция с нормой высева 600 тыс./га и составила 3,0 т/га, что на 0,8 т/га больше, чем на контроле, а инокуляция на фоне внесения минерального азота позволила получить прибавку в 0,5 т/га.

Оптимальными нормами высева для сорта сои Лидер 10 в среднем за 2 года была 600 тыс. всхожих семян на 1 га, для сорта Орлея – 500 тыс. при посеве ширококормным способом.

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

Литература

1. Ващенко А.П. Соя на Дальнем Востоке. - Владивосток: Дальнаука, – 2010. – 435 с.
2. Тихонович И.А., Борисов А.Ю., Васильчиков А.Г. и др. Специфичность микробиологических препаратов для бобовых культур и особенности их производства. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. – № 3. – С.11-17.
3. Васильчиков А.Г., Акулов А.С. Поиск высокоэффективных инокулянтов для перспективных сортов сои. // Зернобобовые и крупяные культуры – 2019. – № 4 (32). – С.66-71. DOI:10,24411/2300-348X-2019-11134.
4. Перминов А. В. Влияние инокулянта ХАЙКОУТ СУПЕР СОЯ на урожайность сои в условиях Кемеровской области. // Сборник статей II Международного научно-исследовательского конкурса. Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), – 2022. – С. 46-50. – EDN KEBIVW.
5. Высокоэффективные инокулянты для сои [электронный ресурс]. – URL: https://Inokulyanty_brochure_preview.pdf (Дата обращения 27.01.23 г).
6. Соя – чемпион рентабельности среди культур. / АгроВестник: выращивание бобовых: электронный журнал. – URL: <https://agrovesti.net/lib/tech/growing-legumes/soya-champion-rentabelnosti-sredi-kultur.html> - Дата публикации: 17 декабря 2018 г.
7. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. Сорта растений. (Официальное издание). – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», – 2022. – 646 с.

References

1. Vashchenko A.P. Soya na Dal'nem Vostoke [Soy in the Far East], Vladivostok: Dal'nauka, 2010, 435 p. (In Russian)
2. Tikhonovich I.A., Borisov A.Yu., Vasil'chikov A.G. et al. Spetsifichnost' mikrobiologicheskikh preparatov dlya bobovykh kul'tur i osobennosti ikh proizvodstva [Specificity of microbiological preparations for legumes and features of their production]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2012, no. 3, pp.11-17. (In Russian)
3. Vasil'chikov A.G., Akulov A.S. Poisk vysokoeffektivnykh inokulyantov dlya perspektivnykh sortobraztsov soi [Search for highly effective inoculants for promising soybean varieties]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2019, no. 4 (32), pp.66-71. DOI:10,24411/2300-348Kh-2019-11134. (In Russian)
4. Perminov A. V. Vliyanie inokulyanta KhAIKOUT SUPER SOYa na urozhainost' soi v usloviyakh Kemerovskoi oblasti [Influence of the HICOATE SUPER SOYA inoculant on soybean yield in the conditions of the Kemerovo region]. *Sbornik statei II Mezhdunarodnogo nauchno-issledovatel'skogo konkursa* [Collection of articles of the II International Research Competition]. Petrozavodsk: Mezhdunarodnyi tsentr nauchnogo partnerstva «Novaya Nauka» [International Center for Scientific Partnership "New Science"], 2022, pp. 46-50, EDN KEBIVW. (In Russian)
5. Vysokoeffektivnye inokulyanty dlya soi [elektronnyi resurs] [Highly effective inoculants for soy [electronic resource], URL: https://Inokulyanty_brochure_preview.pdf (Accessed 27.01.23).
6. Soya - chempion rentabel'nosti sredi kul'tur [Soybean is the profitability champion among crops]. *AgroVestnik: vyrashchivanie bobovykh: elektronnyi zhurnal* [AgroVestnik: growing legumes: electronic journal], URL: <https://agrovesti.net/lib/tech/growing-legumes/soya-champion-rentabelnosti-sredi-kultur.html>, Publication date: December 17, 2018.
7. Gosudarstvennyi reestr selektsionnykh dostizhenii, dopushchennykh k ispol'zovaniyu. Tom 1. Sorta rastenii. (Ofitsial'noe izdanie) [State register of breeding achievements approved for use. Volume 1. Varieties of plants. (Official edition)], Moscow, FGBNU «Rosinformagrotekh», 2022, 646 p. (In Russian)

**ВЛИЯНИЕ ГЕРБИЦИДНОЙ ЗАЩИТЫ, МАКРО- И МИКРОУДОБРЕНИЙ НА
АЗОТФИКСАЦИЮ И ЗЕРНОВУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ УЗКОЛИСТНОГО
ЛЮПИНА ПРИ РАЗНЫХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЯХ
В ЦЕНТРЕ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РФ**

В.В. КОНОНЧУК, доктор сельскохозяйственных наук,

E-mail: vadimkononchuk@yandex.ru

С.М. ТИМОШЕНКО, В.Д. ШТЫРХУНОВ, Т.О. НАЗАРОВА, Е.А. ТУЛИНОВА,

кандидаты сельскохозяйственных наук

Д.Н. НИКИТОЧКИН, доктор сельскохозяйственных наук

Х.А. АХРИЕВ*

ФГБНУ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «НЕМЧИНОВКА»

*ООО «ЛЕБОЗОЛ ВОСТОК»

На дерново-подзолистой среднесуглинистой почве Центра Нечерноземной зоны России, в достаточной степени обеспеченной фосфором и калием в широком диапазоне pH, урожайность зерна, показатели продуктивности и азотфиксирующая способность (по коэффициенту N_2 – фиксации) люпина узколистного детерминантного типа Ладный, близкие к достигнутым в опыте максимальным значениям, равные 4,37 т/га, 1,54 т/га (сырой протеин), 57,7 ГДж/га (обменная энергия) и 0,62 (Кф) в засушливых условиях первой половины вегетации (ГТК 0,90) создавались посевом по яровым зерновым протравленными (Витарос ВСК) семенами нормой 1,6 млн/га по фону осеннего внесения $P_{60} K_{80}$ и защитных мероприятий. Последние, помимо протравливания, включали обработку поля почвенным гербицидом Камелот, СЭ или Лазурит, СП, а также дважды за вегетацию – баковыми смесями из фунгицида Спирит, СК с граминицидом Миура (2-3 пары настоящих листьев) и фунгицида с инсектицидом Борей Нео (бутонизация – начало цветения), в которые добавляли жидкие микроудобрения органической природы антистрессового и стимулирующего характера, содержащие комплекс аминокислот, пептидов и микроэлементов, в том числе – молибден и бор, а также медь и цинк. Прибавка урожая, зерна сбора протеина и энергии к аналогичным значениям без их применения в сходных условиях увлажнения составляла соответственно 73, 105 и 82%.

Ключевые слова: Нечерноземье, люпин узколистный детерминантный, азотфиксация, продуктивность, защита растений, удобрение, погода, некорневые подкормки.

Для цитирования: Конончук В.В., Тимошенко С.М., Штырхунов В.Д., Назарова Т.О., Тулинова Е.А., Никиточкин Д.Н., Ахриев Х.А. Влияние гербицидной защиты, макро- и микроудобрений на азотфиксацию и зерновую продуктивность узколистного люпина при разных погодных условиях в центре Нечерноземной зоны РФ. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2023; 1(45):67-76. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-1-67-76

**THE EFFECT OF HERBICIDAL PROTECTION, MACRO- AND MICRO-FERTILIZERS
ON NITROGEN FIXATION AND GRAIN PRODUCTIVITY OF NARROW-LEAVED
LUPINE UNDER DIFFERENT WEATHER CONDITIONS IN THE CENTER OF THE
NON-CHERNOZEM ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION**

V.V. Kononchuk, S.M. Timoshenko, V.D. Shtyrkhunov, T.O. Nazarova, E.A. Tulinova,

D.N. Nikitochkin, H.A. Akhriev*

FSBSI FEDERAL RESEARCH CENTER «NEMCHINOVKA»

*LLC «LEBOZOL VOSTOK»

Abstract: *On the soddy-podzolic medium loamy soil of the Center of the Nonchernozem zone of Russia, sufficiently provided with phosphorus and potassium in a wide range of pH, grain yield, productivity indicators and nitrogen-fixing capacity (according to the coefficient N_2 - fixation) of lupine narrow-leaved determinant type Ladny, close to the maximum achieved in the experiment values equal to 4.37 t/ha, 1.54 t/ha (crude protein), 57.7 GJ/ha (metabolic energy) and 0.62 (Kf) in dry conditions of the first half of the growing season (HTC 0.90) were created by sowing on spring grain treated (Vitaros VSK) seeds with a norm of 1.6 million/ha against the background of the autumn application of $P_{60} K_{80}$ and protective measures. The latter, in addition to dressing, included the treatment of the field with the soil herbicide Camelot, SE or Lazurit, SP, and also twice during the growing season - tank mixtures of the fungicide Spirit, SK with the Miura graminicide (2-3 pairs of true leaves) and the fungicide with the Borey Neo insecticide (budding - the beginning of flowering), to which liquid microfertilizers of an organic nature of an anti-stress and stimulating nature were added, containing a complex of amino acids, peptides and trace elements, including molybdenum and boron, as well as copper and zinc. The increase in grain yield, protein harvest and energy to similar values without their use under similar moisture conditions was 73, 105 and 82%, respectively.*

Keywords: Non-Chernozem, narrow-leaved determinant lupin, nitrogen fixation, productivity, plant protection, fertilizer, weather, foliar fertilizing.

Детерминантный тип люпина узколистного, благодаря скороспелости и высокому содержанию сырого белка в зерне (33-36%) наряду с горохом и яровой викой, составляет основу производства высокобелковых концентрированных кормов для животноводства в Нечерноземной зоне Российской Федерации.

Зерновая продуктивность его сортов в конкурсном сортоиспытании и на полях сельскохозяйственных предприятий Нечерноземья небольшая и в последние 10-15 лет изменяется в диапазоне от 11-15 ц/га до 20-25 ц/га [1-3].

Основные сдерживающие факторы – нарушение положений агротехнологии с одной стороны и глобальные климатические изменения – с другой. Об этом свидетельствуют результаты полевых экспериментов научно-исследовательских учреждений региона, где величины урожайности на оптимальных вариантах элементов агротехнологии в разных гидротермических условиях не опускались ниже 30 ц/га [4-5].

Ухудшение условий формирования продуктивности люпина узколистного при несоблюдении технологической дисциплины в изменяющихся метеорологических условиях первой половины вегетационного периода (2-3 пары настоящих листьев – «зеленый боб») отрицательно влияет на становление и функционирование бобово-ризобияльного симбиоза – основного источника азотного питания растений семейства бобовых.

Когда ошибки технологического характера накладываются на неблагоприятные метеорологические условия (избыточное увлажнение, засуха, пониженный или повышенный температурный режим), то азотфиксация уменьшается или приостанавливается, а растение переходит на автотрофный тип питания азотом. Такой переход занимает от нескольких дней до 2-3 недель. В это время рост растений замедляется, снижается темп накопления биомассы, вегетационный период удлиняется, а урожайность падает.

В целях снижения или преодоления отрицательного влияния отмеченного комплекса факторов наукой предлагается использование небольших (30-45 кг/га) «стартовых» доз азота перед посевом. Предполагается, что их внесение в кризисных ситуациях будет заменять азотфиксацию в качестве источника азотного питания, а при установлении благоприятных метеоусловий симбиотрофный тип питания азотом восстановится (Милащенко и др. 1999; Дебелый, 2009). Поскольку российская метеорология до настоящего времени не имеет возможности для разработки достоверного долгосрочного прогноза погоды, то прием с предпосевным внесением «стартовых» доз азота под зернобобовые культуры прочно укоренился в системе удобрения. Между тем, практика его использования указывает на отсутствие прямой корреляции с обеспеченностью растений азотом, уровнем урожайности и

качества зерна. Это связано с различным влиянием азотного удобрения на течение нитрификации в корнеобитаемом слое почвы.

Если в начале указанного временного интервала погода благоприятствует нитрификации и в почве образуются высокие (более 100-150 кг/га) запасы нитратного азота, то они ингибируют рост и развитие клубеньков, активность нитрогеназы и азотфиксация уменьшается [6]. В условиях пониженного температурного режима и высокого уровня увлажнения или при засухе нитрификация в почве замедляется, запасы N-NO₃ существенно снижаются (40-50 кг/га), а азот удобрений в указанных дозах помогает растению справиться с недостатком этого элемента и азотфиксация частично восстанавливается [7].

В последние 15-20 лет в науке и практике активно используется и другой агроприем, преследующий ту же благую цель, а именно – применение по вегетации некорневых подкормок жидкими микроудобрениями и азотом в форме минеральных или органических соединений, легко проникающих внутрь листа и обладающих выраженным ростостимулирующим и антистрессовым эффектом. Изучается также эффективность использования гуматизированных микроудобрений, как при предпосевной обработке семян, так и при некорневых подкормках зернобобовых культур [8-11].

Исследований эффективности комплексного использования средств защиты растений, удобрений и листовых подкормок микроудобрением люпина узколистного детерминантного типа на дерново-подзолистых почвах Центрального Нечерноземья недостаточно для включения в технологический процесс.

Цель исследования – изучение влияния комплекса агротехнических факторов на азотфиксацию, урожайность и зерновую продуктивность люпина при разных метеорологических условиях в течение формирования и активного функционирования бобово-ризобияльного симбиоза.

Материалы и методика исследований

Исследования проводили в 2018-2022 годах в краткосрочных полевых опытах на опытном поле ФИЦ «Немчиновка», расположенном в Новой Москве неподалеку от аэропорта «Внуково». Почва дерново-подзолистая среднесуглинистая, с глубины 60-80 см подстилаемая суглинистой мореной. В годы исследований содержание гумуса в пахотном (0-20 см) слое варьировало от 1,4-1,6% до 1,8-2,1%. Величины pH и Нг изменялись в более широком интервале: 5,3-6,7 и 0,94-2,70 мг-экв/100 г (2018-2021 гг.), 4,6-4,9 и 2,70-3,34 мг-экв/100 г (2022 г).

Содержание подвижного фосфора в 0,2n HCl вытяжке (по Кирсанову) соответствовало высокой, подвижного калия – повышенной и высокой обеспеченности по принятым в настоящее время градациям (табл. 1).

Таблица 1

Агрохимическая характеристика почвы в годы проведения эксперимента.

Слой 0-20 см. Весна-начало лета

Год	Агрохимические показатели				
	pH _{KCl}	Нг, мг-экв/100 г	Гумус, %	P ₂ O ₅	K ₂ O
				мг/кг	
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
2021	5,2-5,6	2,30-3,50	1,4-1,5	180-220	160-200
2022	4,6-4,9	2,70-3,34	1,8-2,1	250-350	180-220

Схемой трехфакторного опыта предусматривалось изучение влияния РК – и NPK – удобрений (фактор А), защитных мероприятий (фактор В) и норм высева (фактор С) на способность люпина к фиксации атмосферного азота и зерновую продуктивность. Дозы удобрений в годы исследований изменялись в широком диапазоне: P₂O₅ – от 30 до 100 кг/га, K₂O – от 30 до 150 кг/га и в среднем за 2018-2022 годы составляли Р₆₀К₈₀. Их внесение с

осени под зябь после уборки предшественника поддерживало содержание подвижного фосфора и калия в почве на указанном уровне. Доза азота во все годы составляла 50 кг/га. Для внесения использовали как моноудобрение (суперфосфат двойной гранулированный, хлористый калий, аммиачная селитра, так и сложные – аммофос 12:52, РК (S) 20:20 (2) производства ООО «Фосагро» и концерна «Уралкалий».

Нормы высева люпина в разные годы варьировали от 1,4 до 2,0 млн/га с шагом 0,2 млн/га. В настоящее обобщение включены результаты, полученные в вариантах с нормами 1,6 и 1,8 млн/га, проходящими через весь пятилетний цикл исследований.

Система защитных мероприятий состояла из протравливания семян с использованием Фундазола, СП (2018-2019 гг.), ТМТД, ВСК + Табу, ВСК (2020-2021 гг.), Витарос, ВСК + Табу, ВСК (2022 г.), применения почвенных гербицидов Гезагард, КС и Гонор, КС в 2018 и 2019 годах, Камелот, СЭ в 2020-2021 годах, Лазурит, СП в 2022 году и двукратной обработки посева по вегетации баковой смесью пестицидов различного состава в зависимости от фазы развития растений. В начале вегетации (2-3 пары настоящих листьев) – гербициды Длясои, Пивот (2018-2019 гг.), граминицид Миура, КС (2020-2022 гг.). В бутонизацию-начало цветения – фунгициды Колосаль Про (2018-2021 гг.), Спирит, СК (2022 г.) и инсектициды Данадим, КЭ (2018 г.), Децис Профи, КЭ (2019 г.), Борей Нео, СК (2020-2022 гг.).

При протравливании семян и обработке посева по вегетации в баковые смеси в 2018-2020 годах добавляли препарат Гумистим Zn, B, обладающий ростостимулирующим и антистрессовым эффектом, для помощи растениям по выходу из стресса, обусловленного как использованием средств защиты, так и погодным фактором. В 2021 году его не применяли, а в 2022 году заменили на комплекс жидких микроудобрений органической природы германского производства «Lebosol GMBH» с аналогичным, но более выраженным эффектом. Этот комплекс включал: при добавлении к протравителю – препараты Аминозол (аминокислоты+пептиды+макро-и микроэлементы) и Лебозол – ЗаатгутМикс (макро- и микроэлементы). По вегетации в фазе 2-3 пары настоящих листьев – Лебозол - Молибден, в бутонизацию – начале цветения Лебозол – Бор. Во все сроки использования пестицидов и стимуляторов в качестве прилипателя использовали препарат Фульвитал Плюс (ФРГ) также органической природы.

В день посева семена обрабатывали ризоторфином, содержащим активный штамм N₂-фиксирующих бактерий производства ВНИИСХМ (г. Пушкин, Ленинградской обл.).

Посев проводили в лучшие агротехнические сроки (30 апреля - 7мая) сеялкой Amazone D9. Пестициды и агрохимикаты вносили навесным штанговым опрыскивателем Amazone с шириной захвата 12 м.

Для вычленения эффективности последних использовали результаты исследований 2021 года, полученные в близких гидротермических условиях по тем же пестицидам, но без использования микроудобрений. Повторность в опытах по вариантам удобрений и норм высева четырехкратная. Общая площадь делянки первого порядка 1152 м², второго – 576 м², третьего – 96 м². Предшественник – яровые зерновые.

При закладке и проведении полевых опытов использовали рекомендации, изложенные в методических руководствах «Опытное дело в полеводстве» (Никитенко, 1982), «Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» (Федин, 1988), «Планирование полевого опыта и статистическая обработка его данных» (Доспехов, 1985), «Методические указания по оценке качества и питательности новых видов кормов» (Сычев, Лепешкин, 2009). Азотфиксацию изучали методом сравнения (Трепачев, 1999). В качестве культур сравнения в разные годы использовали яровую пшеницу (Злата, Агата), овес (Залп, Азиль), ячмень (Московский 86). Степень засоренности посева изучали весовым методом в двух площадках на делянке по 0,25 м² на двух повторениях.

Метеорологические условия вегетационного периода люпина от всходов до полной спелости зерна (1-я декада мая – 2-я декада августа) 2018-2022 годов имели существенные различия в сравнении со средними многолетними. Три года из пяти (2019, 2021, 2022) характеризовались проявлением засушливости (ГТК 0,80-0,92), 2020-й год – избыточным

увлажнением (ГТК 2,47). Только вегетационный период 2018 года по этому показателю приближался к средней многолетней величине (табл. 2).

Таблица 2

**Гидротермические условия по периодам вегетации люпина узколистного,
2018-2022 гг.**

Год	ГТК (по Селянинову)				
	Посев– всходы	Всходы– 2-3 пары настоящих листьев	2-3 пары настоящих листьев– «зеленый боб»	«Зеленый боб» – полная спелость	Всходы – полная спелость
2021	1,08	0,93	0,69	1,25	0,92
2019	2,77	0,24	1,39	0,73	0,92
2018	2,55	0,59	1,65	0,71	1,18
2020	0,79	4,25	2,29	0,44	2,47
2022	2,47	0,51	0,90	0,32	0,80
Среднее многолетнее	1,39	1,35	1,65	2,18	1,48

Результаты исследований

Детерминантный тип люпина узколистного вследствие отсутствия ветвления не способен активно противостоять сорному компоненту агрофитоценоза и для формирования максимальной продуктивности требует проведения защитных мероприятий комплексного характера, включающих как агротехнические меры (предшественник сплошного сева, культурная вспашка с оборотом пласта, дождевое боронование), так и применение гербицидов.

К началу цветения люпина наибольшая сырая масса сорняков 564-820 г/м² наблюдалась в 2018-2020 годах (ГТК 1,39-2,29). Предпосевное внесение 50 кг/га N на фоне РК повышало ее с 564-680 г/м² до 660-820 г/м² (+17-33%). В засушливых условиях 2021-2022 годов (ГТК 0,69 и 0,90) при меньшей массе сорного компонента азотное удобрение повышало величину рассматриваемого показателя с 78-200 г/м² до 154-340 г/м² (+70-97%).

Применение почвенных гербицидов прометринового ряда, а по вегетации – на основе имазетапира в 2018-2019 годах обеспечивало снижение засоренности посева в среднем на 37%, в том числе по фону РК – на 22-42%, NPK – на 32-51%. Почвенные гербициды нового поколения Камелот, СЭ и Лазурит, СП, а по вегетации – граминицид Миура (АО «Август») были более эффективны. В засушливых условиях первой половины вегетации люпина в 2021-2022 годах, избыточно влажных – 2020 года их использование приводило к уменьшению сырой массы сорняков на 93-100% (табл. 3).

Гербицидная защита, повышая конкурентную способность культурного компонента агрофитоценоза в борьбе за факторы жизнеобеспечения, с одной стороны – создавала предпосылки к увеличению продуктивности, с другой – оказывала определенное негативное влияние на азотфиксацию, очевидно за счет ингибирующего воздействия на метаболизм в растениях люпина несмотря на наличие антидота. Так, в засушливом 2021 году доля симбиотически связанного азота в общем потреблении люпином этого элемента на свободном от гербицидов фоне составила в среднем 50% (Кф=0,50), а при их применении уменьшилась до 40% (Кф=0,40) или на 20 относительных процентов.

При чем, азот удобрения способствовал смягчению отрицательного влияния этого фактора, стабилизируя величину Кф на уровне 0,43 или на 13 % выше, чем на фосфорно-калийном фоне. В сходных условиях увлажнения 2022 года тенденции влияния рассматриваемых агротехнических факторов на азотфиксацию в основном сохранялись, но были менее выраженными. Это связано с введением в технологический процесс жидких микроудобрений органической природы. Так, под влиянием применения гербицидов величина Кф уменьшилась только на 5% или в среднем с 0,63 до 0,60, а отрицательный

эффект от предпосевного внесения азотного удобрения и вовсе не проявился (Кф 0,58 и 0,57) соответственно (табл. 3).

Таблица 3

Влияние удобрений и гербицидов на массу сорного компонента люпинового агрофитоценоза при разных погодных условиях 2018-2022 гг.
Среднее по нормам высева

Элементы агротехнологии		ГТК за период 2-3 пары настоящих листьев – «зеленый боб»				
Применение гербицидов, +/-	Удобрение, кг/га	0,69	1,39	1,65	2,29	0,90
		Год				
		2021	2019	2018	2020	2022
Сырая масса сорняков, г/м ²						
–	P ₆₀ K ₈₀	200	680	615	564	78
	N ₅₀ P ₆₀ K ₈₀	340	810	820	660	154
+	P ₆₀ K ₈₀	28	395	480	0	0
	N ₅₀ P ₆₀ K ₈₀	23	395	560	0	0
Изменение засоренности, +/- $\frac{\text{г/м}^2}{\%}$						
–	P ₆₀ K ₈₀	–	–	–	–	–
	N ₅₀ P ₆₀ K ₈₀	+ $\frac{140}{70}$	+ $\frac{130}{19}$	+ $\frac{205}{33}$	+ $\frac{96}{17}$	+ $\frac{76}{97}$
+	P ₆₀ K ₈₀	– $\frac{172}{86}$	– $\frac{285}{42}$	– $\frac{135}{22}$	– $\frac{564}{100}$	– $\frac{78}{100}$
	N ₅₀ P ₆₀ K ₈₀	– $\frac{317}{93}$	– $\frac{415}{51}$	– $\frac{260}{32}$	– $\frac{660}{100}$	– $\frac{154}{100}$

При ГТК, близком к среднему многолетнему (2018-2019 гг.), размеры коэффициента N₂ – фиксации характеризовались высокими величинами. На фосфорно-калийном фоне питания в зависимости от нормы высева они варьировали в пределах 0,62-0,74. Азот, при предпосевном внесении в дозе 50 кг/га, снижал Кф на 76-89% или до 0,07-0,20, что указывает на основополагающую роль биологического азота в обеспечении азотного питания люпина при нормальных условиях увлажнения.

В избыточно влажном 2020 году Кф на фоне применения гербицидов в среднем составил 0,14, что было на 65% и 77% ниже в сравнении с аналогичными значениями в засушливых 2021 и 2022 годах. Под влиянием предпосевного внесения азота его величина уменьшалась с 0,20 на фоне РК до 0,07 или на 65% (табл. 4). В этих условиях азот почвы и удобрений становился основным источником азотного питания люпина.

Таблица 4

Азотфиксирующая способность люпина узколистного при разных гидротермических условиях первой половины вегетации

Элементы агротехнологии		Год					Среднее
		2021	2019	2018	2020	2022	
Применение гербицидов, +/-	Удобрение, кг/га	ГТК					
		за период 2-3 пары настоящих листьев – «зеленый боб»					
		0,69	1,39	1,65	2,29	0,90	1,65
Коэффициент N ₂ – фиксации (Кф)							
–	P ₆₀ K ₈₀	0,50	–	–	–	0,68	–
	N ₅₀ P ₆₀ K ₈₀	0,50	–	–	–	0,58	–
+	P ₆₀ K ₈₀	0,38	0,62	0,74	0,20	0,62	0,51
	N ₅₀ P ₆₀ K ₈₀	0,43	0,07	0,20	0,07	0,57	0,27

Отмеченные особенности влияния макро- и микроудобрений, гербицидной защиты растений на способность к фиксации атмосферного азота в разных метеорологических условиях первой половины вегетационного периода люпина оказывали влияние на урожайность зерна и продуктивность. При ГТК, близком к средним многолетним значениям (2018-2019 гг.), урожайность зерна в зависимости от элементов агротехнологии варьировала в диапазоне 2,34-3,64 т/га и в среднем составляла 3,01 т/га. Использование гербицидной защиты обеспечивало в среднем по удобрениям и нормам высева получение 3,30 т/га зерна или на 0,59 т/га (18%) выше, чем без ее применения.

Независимо от присутствия или отсутствия гербицидов в системе защиты люпина наиболее высокая урожайность зерна, в среднем равная 3,18 т/га, формировалась по фосфорно-калийному фону. Азот в составе полного минерального удобрения уменьшал величину ее до 2,83 т/га или на 11%.

Поскольку изучаемые нормы высева люпина (1,6-1,8 млн/га) в эти годы не оказывали достоверного влияния на ее величину, то в качестве оптимальной следует принять норму 1,6 млн/га, где по фону гербицидной защиты без дополнительного внесения азотного удобрения урожайность зерна достигла 3,44 и 3,49 т/га соответственно по годам (+34% и 31%) к аналогичным величинам в вариантах, свободных от гербицидов (табл. 5).

Сбор сырого протеина при этом составлял 1,16 и 1,18 т/га (+45% и +39%), а накопление обменной энергии 45,5 и 46,2 ГДж/га (+35 и +31%) или в расчете на 1 кг кормовых единиц 242 г и 239 г, 9,80 и 9,87 МДж соответственно (табл. 5).

В условиях избыточного увлажнения (ГТК 2,29) урожайность зерна в среднем по опыту уменьшилась до 2,53 т/га с колебаниями от 1,64 т/га до 3,46 т/га. Эффективность гербицидной защиты составила 72% или +1,34 т/га зерна. Азот удобрений, повышая массу сорняков без использования гербицидов, обеспечивал снижение урожайности в среднем с 1,98 т/га до 1,75 т/га (-12%), а с их применением оказывал положительное влияние, повышая урожайность в среднем на 15 % или от 2,98 т/га до 3,20 т/га. Максимальная величина ее 3,46 т/га была сопоставима с аналогичными значениями в предыдущие годы. Она создавалась при норме высева 1,6 млн/га по фону гербицидной защиты, но с внесением 50 кг/га азота перед посевом. На этом варианте сбор сырого протеина и накопление обменной энергии находились на уровне предыдущих лет исследования – 1,18 т/га и 45,8 ГДж/га. Близкой была и обеспеченность 1 кг кормовых единиц – 240 г сырого протеина и 9,33 МДж обменной энергии (табл. 5).

В засушливых условиях при ГТК 0,69 (2021 г) средняя урожайность зерна люпина в опыте составила 2,66 т/га с колебаниями от 2,30 т/га до 3,26 т/га. Как и в предыдущие годы использование гербицидной защиты приводило к росту ее в среднем с 2,42 т/га до 2,90 т/га или на 20%. На этом фоне также отмечалось положительное влияние предпосевного азотного удобрения + 27% к фону РК (3,24 т/га против 2,56 т/га) соответственно, в то время как без использования гербицидов проявлялась слабо выраженная тенденция его уменьшения (-2%).

Максимум урожайности зерна люпина 3,26 т/га получен при норме высева 1,6 млн/га по фону гербицидной защиты и дополнительном внесении азота в составе NPK. Прибавка к величине ее на аналогичном варианте без гербицидов составила 0,85 т/га или 35% (табл. 5).

В сопоставимых условиях увлажнения (2022 г.), при добавлении комплекса жидких микроудобрений с ростостимулирующим и антистрессовым эффектом производства ФРГ в смесь пестицидов для протравливания семян и использования по вегетации, урожайность зерна значительно возросла. В среднем по опыту она составила 4,01 т/га или +51% к аналогичной величине 2021 года. Эффективность гербицидной защиты находилась при этом в пределах 20%, а влияние азотного удобрения и норм высева не проявлялось. Близкий к максимальному уровень урожайности 4,37 т/га (96%) создавался нормой высева 1,6 млн/га при осеннем внесении фосфорно-калийного удобрения и использовании гербицидов и на 1,11 т/га (34%) превышал величину максимальной урожайности предыдущего года, но полученную в варианте N₅₀P₆₀K₈₀ без использования микроудобрений по вегетации (табл. 5).

Таблица 5

**Урожайность зерна и продуктивность люпина узколистного
при разных погодных условиях в период формирования и налива зерна
(2-3 пары настоящих листьев – «зеленый боб»)**

(2-й вариант построения матрицы – «Зачисный 688»)										
Продуктивность	ГТК	Год	Гербицидная защита, –/+ (фактор А)							
			–				+			
			удобрение, кг/га (фактор В)							
			Р ₆₀ К ₈₀		N ₅₀ Р ₆₀ К ₈₀		Р ₆₀ К ₈₀		N ₅₀ Р ₆₀ К ₈₀	
			нормы высева, млн/га (фактор С)							
			1,6	1,8	1,6	1,8	1,6	1,8	1,6	1,8
Кормовые единицы, тыс.	0,69	2021	3,19	3,40	3,14	3,04	3,35	3,40	4,33	4,29
	0,90	2022	4,92	5,15	4,72	4,58	5,90	5,63	6,03	5,83
	1,39	2019	3,41	3,82	3,56	3,62	4,61	4,67	3,99	4,74
	1,65	2018	3,47	4,42	3,45	3,11	4,68	4,86	4,02	3,80
	2,29	2020	2,93	2,66	2,51	2,33	4,08	4,38	4,91	4,81
Сбор сырого протеина, т/га	0,69	2021	0,70	0,75	0,64	0,67	0,75	0,72	0,98	0,97
	0,90	2022	1,13	1,16	1,13	0,99	1,54	1,42	1,35	1,48
	1,39	2019	0,80	0,91	0,82	0,83	1,16	1,14	0,97	1,13
	1,65	2018	0,85	1,18	0,87	0,72	1,18	1,16	1,02	0,96
	2,29	2020	0,73	0,60	0,64	0,55	0,98	1,05	1,18	1,18
Накопление обменной энергии, ГДж/га	0,69	2021	31,6	33,8	29,8	33,5	31,7	30,3	42,8	42,4
	0,90	2022	48,7	50,8	46,8	45,4	57,6	55,6	60,0	57,6
	1,39	2019	33,7	37,7	35,3	35,8	45,5	46,1	39,4	46,8
	1,65	2018	35,2	43,6	34,0	30,8	46,2	48,0	39,6	37,4
	2,29	2020	27,3	24,9	24,0	21,7	38,1	40,8	45,8	48,8
Урожайность, т/га	0,69	2021	2,41	2,58	2,41	2,30	2,53	2,58	3,26	3,23
	0,90	2022	3,70	3,87	3,55	3,47	4,37	4,20	4,57	4,35
	1,39	2019	2,56	2,86	2,68	2,72	3,44	3,49	2,98	3,55
	1,65	2018	2,67	3,28	2,57	2,34	3,49	3,64	2,99	2,83
	2,29	2020	2,06	1,89	1,86	1,64	2,88	3,08	3,46	3,38
Фактор		A=	B=	C=	AB=	AC=	BC=	ABC=		
НСР ₀₅ , т/га	2021	0,25	0,25	0,35	0,35	0,43	0,43	0,61		
	2022	0,58	F _φ <F _τ	F _φ <F _τ	F _φ <F _τ	F _φ <F _τ	F _φ <F _τ	F _φ <F _τ		
	2019	0,40	0,26	0,32	0,45	0,48	0,45	0,55		
	2018	0,28	0,20	0,20	0,24	0,22	0,28	0,36		
	2020	0,28	0,28	0,34	0,39	0,49	0,49	0,69		

Прибавка урожая зерна от некорневых подкормок достигалась за счет повышения массы 1000 зерен со 120 г до 145 г (+21%), количества бобов на растении с 3,7 шт. до 6,1 шт. (+65%), массы зерна с растения с 1,05 г до 2,21 г (+110%). Отмеченное оптимальное сочетание защиты растений и удобрения обеспечивало максимальный за все годы (2018-2022 гг.) сбор сырого протеина 1,54 т/га (+57%) и близкое к максимальному накопление обменной энергии 57,6ГДж (табл. 5) или 261 г и 9,78 МДж в расчете на 1 кг кормовых единиц.

Полученные нами научные данные по эффективности применения некорневых подкормок люпина узколистного жидкими микроудобрениями с антистрессовым и ростостимулирующим эффектом убедительно свидетельствуют в пользу их использования в агротехнологии. Тем не менее, требуются дополнительные исследования поведения их в иных гидротермических условиях вегетационного периода, которые планируется проводить в последующие 2023-2026 годы.

Выводы

1. Наилучшие условия для азотфиксации, формирования урожайности зерна и продуктивности люпина узколистного сорта Ладный на дерново-подзолистой

среднесуглинистой почве центра Нечерноземной зоны РФ с содержанием подвижного фосфора и калия не ниже IV–V классов обеспеченности создавались при ГТК в первой половине вегетации 1,39-1,65 на фоне гербицидной защиты, осеннего внесения $P_{60}K_{80}$ и посева нормой высева 1,6 млн/га. Коэффициент N_2 – фиксации, урожайность зерна, сбор протеина и энергии при этом в среднем составляли 0,68, 3,30 т/га, 1,17 т/га 45,8 ГДж/га соответственно.

2. Недостаточное увлажнение (ГТК 0,69) снижало величины рассматриваемых показателей в среднем до 0,53, 2,66 т/га, 0,77 т/га, 34,5 ГДж/га (-22, 19, 34 и 25%). Негативное влияние погодного фактора усиливалось при избыточном увлажнении. Коэффициент N_2 – фиксация уменьшался до 0,14, урожайность зерна и показатели продуктивности – до 2,82 т/га, 0,86 т/га, 33,9 ГДж/га или на 79, 15, 26, и 26%.

3. Применение гербицидов и предпосевное внесение 50 кг/га N независимо от состояния погодного фактора, оказывало отрицательное влияние на азотфиксацию, снижая величины Кф в среднем с 0,56 до 0,39 (-30%) и с 0,56 до 0,45 (-20%) соответственно. Однако азот удобрений, в целом, положительно влиял на урожайность зерна и накопление обменной энергии (+1-7%) к аналогичным значениям на РК – фоне, но не изменял размера сбора сырого протеина. Прибавки от азота удобрений возрастали в аномальных условиях увлажнения – до 6-8% при засухе и до 4-20% при переувлажнении.

4. Внесение жидких микроудобрений органической природы с протравителем и в баковой смеси дважды за вегетацию со средствами защиты растений «по листу» в засушливых условиях стабилизировали величину Кф люпина на уровне 0,62, близком к аналогичным значениям при нормальном увлажнении. Урожайность зерна, сбор сырого протеина и энергии при этом достигали в среднем 4,37 т/га, 1,45 т/га и 57,7 ГДж/га или +51, 69 и 57 % к величинам без их применения.

5. Гербицидная защита люпина, повышая конкурентную способность культурного агрофитоценоза в борьбе за факторы жизнеобеспечения за счет снижения засоренности в разные годы от 32-51% до 100%, обеспечивала рост урожайности зерна в среднем по факторам, кроме изучаемого, на 28%, сбора протеина и энергии на 35% и 28%. Ее положительное влияние усиливалось при избыточном увлажнении до 72%, 75%, 77%.

6. Урожайность зерна, сбор протеина и энергии, близкие к достигнутым в опыте максимальным значениям, равные 4,37 т/га, 1,54 т/га и 57,6 ГДж/га в условиях умеренной засушливости (ГТК 0,90) создавались при норме высева люпина 1,6 млн/га на фоне гербицидной защиты, осеннего внесения фосфорно-калийных удобрений и использования жидких микроудобрений. Эффективность отмеченного сочетания элементов агротехнологии составляла 73%, 105% и 82%, соответственно по указанным показателям.

Литература

1. Агропромышленный комплекс России в 2019 году. – М: Росинформагротех, – 2019. – С. 121-125.
2. Меднов А.В., Крук Е.С. Результаты испытания зернобобовых культур в разных экологических зонах РФ // Современные тенденции в научном обеспечении агропромышленного комплекса - Иваново: ПресСто, 2020. – С. 192-196.
3. Корелина А.В., Батакова О.Б., Злобина И.В. Перспективы возделывания люпина узколистного в субарктической зоне России // Изв. ТСХА. – 2020. – №6. – С. 5-13.
4. Близнюк В.В. Влияние гербицидов на засоренность, физиологические параметры и урожайность детерминантных сортов узколистного люпина в условиях Центральные районов Нечерноземной зоны РФ // Автореф. дис. ...канд. с.-х. наук. Москва – Немчиновка. – 2008. – 21с.
5. Лукашов В.Н., Исаков А.Н., Короткова Т.Н. Особенности формирования урожайности и качества зерна одновидовых посевов и двойных смесей кормовых культур на среднесуглинистых серых лесных почвах Калужской области // Научное обеспечение аграрного производства в современных условиях. Сб. материалов международной науч.- практич. конф. ч.1. Смоленск, ООО «Принт-Экспресс. – 2010. – С. 195-197.
6. Косиков А.О., Новикова Н.Е., Бобков С.В., Зеленов А.А. Некорневая подкормка удобрениями и их совместное использование с фиторегуляторами для повышения продуктивности и адаптивных свойств гороха. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2019. – № 1. – С. 5-9.
7. 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.

8. Слесарева Т.Н., Зайцева Н.М. Применение лигногумата марки АМ при выращивании люпина узколистного // Аграрная наука и развитие отраслей сельского хозяйства региона / Сб. науч. трудов по материалам науч.- практ. конф. с международным участием. Калуга. – 2020. – С. 62-65.

9. Ключкова О.В., Холодинский В.В. Эффективность обработки семян люпина узколистного защитно-стимулирующими составами с микроудобрениями // Вестник БСХА. – 2021. – № 1. – С. 121-125.

10. Радкевич М.Л. Влияние макро-, микроудобрений, регуляторов роста растений и бактериальных удобрений на урожайность и качество семян люпина узколистного. // Земледелие и растениеводство. – 2020 (5) – С. 31-35. Республика Беларусь.

11. Яговенко Г.Л., Яговенко Т.В., Трошина Л.В., Грибушенкова Н.В. Влияние регулятора роста «Циркон» и микроудобрения «Аква-микст СТ» на элементы продуктивного процесса люпина узколистного // Кормопроизводство. – 2021.- № 8. – С. 32-37.

References

1. Agropromyshlenniy kompleks Rossii v 2019 godu [Agro-industrial complex of Russia in 2019], Moscow, Rosinformagrotekh, 2019, pp. 121-125. (In Russian)

2. Mednov A.V., Kruk E.S. Rezul'taty ispytaniya zernobobovykh kul'tur v raznykh ekologicheskikh zonakh RF [The results of testing leguminous crops in different ecological zones of the Russian Federation] Modern trends in the scientific support of the agro-industrial complex - Ivanovo: Presso, 2020, pp. 192-196. (In Russian)

3. Korelina A.V., Batakova O.B., Zlobina I.V. Perspektivy vozdeystviya lyupina uzkolistnogo v subarkticheskoy zone Rossii [Prospects for the cultivation of narrow-leaved lupine in the subarctic zone of Russia]. *Izv. TSCA*, 2020, no.6, pp. 5-13. (In Russian)

4. Bliznyuk V.V. Vliyaniye gerbitsidov na zasorennost', fiziologicheskie parametry i urozhainost' determinantnykh sortov uzkolistnogo lyupina v usloviyakh Tsentral'nykh raionov Nечерноземной зоны RF [Influence of herbicides on weediness, physiological parameters and productivity of determinant varieties of narrow-leaved lupine in the conditions of the Central regions of the Nonchernozem zone of the Russian Federation]. PhD thesis (Agric.), Moscow, Nemchinovka, 2008, 21p. (In Russian)

5. Lukashov V.N., Isakov A.N., Korotkova T.N. Osobennosti formirovaniya urozhainosti i kachestva zerna odnovidovykh posevov i dvoynykh smesei kormovykh kul'tur na srednesuglinistyykh serykh lesnykh pochvakh Kaluzhskoy oblasti [Features of the formation of productivity and grain quality of single-species crops and double mixtures of fodder crops on medium loamy gray forest soils of the Kaluga region]. Scientific support of agricultural production in modern conditions /Materials of the International scientific - practical. conf. part 1. Smolensk, OOO Print-Express, 2010, pp. 195-197. (In Russian)

6. Kosikov A.O., Novikova N.E., Bobkov S.V., Zelenov A.A. Nekornevaya podkormka udobreniyami i ikh sovmestnoye ispol'zovanie s fitoregulyatorami dlya povysheniya produktivnosti i adaptivnykh svoystv gorokha [Foliar top dressing with fertilizers and their combined use with phyto regulators to increase productivity and adaptive properties of peas]. *Zernobobovyye i krupyanye kul'tury*. no. 1, 2019, pp. 5-9. (In Russian)

7. Kononchuk V.V., Timoshenko S.M., Nazarova T.O., Shtyrkhunov V.D., Nikitochkin D.N., Shurkin A.Yu., Kolotilina Z.M. Zernovaya produktivnost' i azotfiksiruyushchaya sposobnost' lyupina uzkolistnogo v zavisimosti ot norm vyseva, udobrenii i primeneniya gerbitsidov pri raznykh pogodnykh usloviyakh v Tsentre Nечерноземной зоны Rossii [Grain productivity and nitrogen-fixing ability of narrow-leaved lupine depending on seeding rates, fertilizers and herbicide application under different weather conditions in the Center of the Non-Chernozem zone of Russia]. *Zernobobovyye i krupyanye kul'tury*. No.2 (38). 2021. pp. 104-114. DOI 10. 24412/2309 – 348X – 2021 – 2 -104-114.

8. Slesareva T.N., Zaitseva N.M. Primeneniye lignogumata marki АМ pri vyrashchivaniy lyupina uzkolistnogo [The use of lignohumate brand АМ in the cultivation of narrow-leaved lupine]. Agrarian science and development of agricultural sectors of the region/Proc. scientific works based on the materials of scientific-pract. conf. with international participation. Kaluga. 2020, pp. 62-65. (In Russian)

9. Klochkova O.V., Kholodinsky V.V. Effektivnost' obrabotki semyan lyupina uzkolistnogo zashchitno-stimuliruyushchimi sostavami s mikroudobreniyami [Efficiency of seed treatment of narrow-leaved lupine with protective and stimulating compounds with microfertilizers]. *Vestnik BSHA*, 2021, no.1, pp. 121-125. (In Russian)

10. Radkevich M.L. Vliyaniye makro-, mikroudobrenii, regulyatorov rosta rastenii i bakterial'nykh udobrenii na urozhainost' i kachestvo semyan lyupina uzkolistnogo [The influence of macro-, microfertilizers, plant growth regulators and bacterial fertilizers on the yield and quality of narrow-leaved lupine seeds]. *Zemledelie i rastenievodstvo*. 2020 (5), pp.31-35. Republic of Belarus

11. Yagovenko G.L., Yagovenko T.V., Troshina L.V., Gribushenkova N.V. Vliyaniye regulyatora rosta «Tsirkon» i mikroudobreniya «Akva-mikst ST» na elementy produktivnogo protsessa lyupina uzkolistnogo [Influence of growth regulator "Zircon" and microfertilizer "Aqua-mixt ST" on the elements of the productive process of narrow-leaved lupine]. *Kormoproizvodstvo*, 2021, no. 8, pp. 32-37. (In Russian)

НОВЫЙ СОРТ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ СКИПЕТР 2

З.Р. ЦУКАНОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, E-mail: ztsukanova@list.ru

Е.В. ЛАТЫНЦЕВА, научный сотрудник

Н.А. ЧЕРНЕНЬКАЯ, кандидат сельскохозяйственных наук

А.А. МОЛОШОНОК, кандидат сельскохозяйственных наук, E-mail: u.sekretar@yandex.ru,

А.Н. ГУСЕВА, старший научный сотрудник, E-mail: gusevazbk@mail.ru,

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР», г. Орел

Целью научных исследований являлось создание нового сорта озимой пшеницы с высоким потенциалом продуктивности, обусловленным высокими показателями структуры урожая, качества зерна, адаптированного к разнообразным почвенно-климатическим условиям РФ, устойчивого к полеганию и поражению наиболее вредоносными болезнями.

Представлено описание морфологических, биологических и хозяйственных признаков нового сорта озимой пшеницы Скипетр 2, созданного в результате творческого сотрудничества Федерального научного центра зернобобовых и крупяных культур (ФНЦ ЗБК) с физическим лицом Полетаевым Геннадием Михайловичем. Основное достоинство сорта – это сочетание урожайности с высокой зимостойкостью, засухоустойчивостью на всех этапах вегетации и комплексной устойчивостью к листовым болезням. Средняя урожайность за годы конкурсного испытания (2017-2019 гг.) – 5,95 т/га, что на 0,68 т/га выше, чем у стандарта Скипетр. Максимальная урожайность составила 8,4 т/га в 2019 году. Разновидность – лютесценс. Масса 1000 зерен варьирует от 44 до 54 г и более, натура зерна – 796-840 г/л, стекловидность – 64,7%, содержание белка в зерне 13,9-14,5%, клейковины 24,3–28,%. Среднепоздний. Вегетационный период 288-294 суток. Сорт продовольственного назначения. С 2023 г. сорт внесен в Государственный реестр селекционных достижений по Центральному (3), Волго-Вятскому (4) и Средневолжскому (7) регионам Российской Федерации.

Ключевые слова: озимая пшеница, сорт, урожайность, полегание, экологическая пластичность.

Для цитирования: Цуканова З.Р., Латынцева Е.В., Черненкокая Н.А., Молошонов А.А., Гусева А.Н., Новый сорт озимой пшеницы Скипетр 2. Зернобобовые и крупяные культуры. 2023; 1(45):77-81. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-1-77-81

NEW VARIETY OF WINTER WHEAT SKIPETR 2

Z.R. Tsukanova, E.V. Latyntseva, N.A. Chernen'kaya, A.A. Moloshonok, A.N. Guseva

FSBSI FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS

Abstract: The purpose of scientific research was to create a new variety of winter wheat with high productivity potential due to high yield structure, grain quality, adapted to various soil and climatic conditions of the Russian Federation, resistant to lodging and most harmful diseases.

A description of the morphological, biological and economic characteristics of a new winter wheat variety Skipetr 2, created as a result of the creative cooperation of the Federal Scientific Center for Legumes and Groat Crops (FSC LGC) with an individual G.M. Poletaev, is presented. The main advantage of the variety is a combination of productivity with high winter hardiness, drought resistance at all stages of the growing season and complex resistance to foliar diseases.

The average yield over the years of the competitive test (2017 - 2019) is 5.95 t/ha, which is 0.68 t/ha higher than that of the Skipetr standard. The maximum yield was 8.4 t/ha in 2019. Variety - lutescens. The mass of 1000 grains varies from 44 to 54 g or more, grain size - 796-840 g / l, vitreousness - 64.7 %, protein content in grain 13.9 - 14.5 %, gluten 24.3 - 28.2 %. Middle late. The growing season is 288-294 days. Food variety. Since 2023, the variety has been included in the State Register of Breeding Achievements for the Central (3), Volga-Vyatka (4) and Middle Volga (7) regions of the Russian Federation.

Keywords: winter wheat, variety, yield, lodging, ecological plasticity.

Озимая пшеница является важнейшей зерновой культурой как в мировом, так и в отечественном земледелии. Зерно имеет высокую питательную ценность: богато крахмалом, клетчаткой, белком, содержит минеральные вещества, ферменты и витамины. Химический состав зерна зерновых культур довольно изменчив и зависит, как от видовых особенностей, так и агроклиматических условий выращивания. Важнейшим условием успешного культивирования растений и улучшения качества зерна является использование продуктивных сортов. Для производства любой сельскохозяйственной продукции сорт является одним из малозатратных элементов технологии возделывания. Только за счет внедрения нового, более продуктивного сорта, можно получить дополнительно к урожаю 10-15%, при условии, когда технология возделывания будет разрабатываться не для культуры вообще, а для конкретного сорта в определенных условиях [1]. При создании нового сорта с высоким генетически обусловленным потенциалом продуктивности большое внимание уделяется его пластичности, устойчивости к полеганию и биотическим и абиотическим факторам внешней среды, способного закладывать основы высоких урожаев и кондиционного зерна в разнообразных почвенно-климатических условиях [2, 3].

Цель исследования – создание нового сорта озимой пшеницы с высоким потенциалом продуктивности, обусловленным высокими показателями структуры урожая, качества зерна, адаптированного к разнообразным почвенно-климатическим условиям РФ, устойчивый к полеганию и поражению наиболее вредоносными болезнями.

Материалы и методы исследования

Результаты многолетнего сотрудничества ФНЦ ЗБК с физическим лицом Полетаевым Г.М. позволили создать новый сорт озимой пшеницы Скипетр 2.

Авторы сорта: З.Р. Цуканова, Г.М. Полетаев, Н.А. Черненькая, Е.В. Латынцева, А.М. Задорин.

Основным методом селекционной работы по озимой пшенице является массовый отбор из сорта Скипетр при неблагоприятных условиях перезимовки. Элитное растение было выделено в 2010 году. Экологическое сортоиспытание сорта проходило в 2017-2019 гг. на базе Шатиловской СХОС – филиал ФНЦ ЗБК [4]. Статистическая обработка данных проводилась методом дисперсионного анализа по Методике полевого опыта Б.А. Доспехова (1985).

Результаты и обсуждение

Морфологическое описание нового сорта озимой пшеницы Скипетр 2. Разновидность – *Triticum aestivum* L. Lutescens. Среднепоздний. Вегетационный период 288-294 суток. Высота растения 70-85 см. Продуктивная кустистость в среднем 4,3. Куст промежуточный. В период кущения имеется восковой налет, окраска зеленая. Стебель толстый, прочный, полый. Колос белый, цилиндрический, длина колоса 10-12 см, среднеплотный (1,7 членика на 1 см). Число зерен в колосе от 46 и более (рис. 1). В верхней части колоса имеются остевидные отростки средней длины. Колосковая чешуя средней длины и ширины, овальная. Нервация средне выражена. Зубец колосковой чешуи короткий, прямой. Плечо прямое, широкое. Киль выражен сильно. Зерно выполненное, крупное, округлое, красное, бороздка средняя, основание зерна голое (рис. 2).



Рис. 1. Колос сорта озимой пшеницы Скипетр 2



Рис. 2. Семена сорта озимой пшеницы Скипетр 2

Масса 1000 зерён варьирует от 44 до 54 г и более, натура зерна 796-840 г/л, стекловидность – 64,7. Накапливает в зерне 13,9-14,5% белка, 24,3-28,2% – клейковины. Средняя урожайность за годы конкурсного испытания 5,95 т/га, что на 0,68 т/га выше, чем у стандарта Скипетр. Максимальная урожайность в ФНЦ ЗБК составила 8,4 т/га в 2019 г. (табл. 1).

Устойчив к весенним и осенним заморозкам, полеганию. Зимостойкость высокая. Характеризуется комплексной устойчивостью к поражению пыльной и твердой головней. Слабо восприимчив к бурой ржавчине, мучнистой росе и септориозу.

Основные достоинства. Сочетание урожайности с высокой зимостойкостью, засухоустойчивостью на всех этапах вегетации и комплексной устойчивостью к листовым болезням. Предназначен для высокого и среднего уровня плодородия. Норма высева 3,5-4,0 млн. шт. всхожих семян на гектар. Сроки посева – с 20 сентября [5].

Таблица 1

Хозяйственные и биологические особенности сорта Скипетр 2

Показатели	Скипетр 2			Среднее	Стандарт - Скипетр			Среднее	+/- к стандарту
	2017	2018	2019		2017	2018	2019		
Длина вегетац. периода, дни	292	288	294	291	293	290	295	293	- 2
Высота растения, см	70	78	80	76	78	79	84	79	- 3
Продуктивная кустистость	4,0	4,5	4,5	4,3	4,0	4,5	4,0	4,2	+0,1
Устойчивость против полегания, балл	5	5	5	5	4	5	5	4,7	+0,3
Число зерен в колосе, шт.	48	46	48	47	41	42	42	41,7	+5,3
Масса 1000 зерен, г	49	52,5	54,1	51,9	46	51	44,3	47,1	+4,8
Натура зерна, г/л		840	796	818		775	782	778	+40
Стекловидность, %	61	62	71	64,7	60,0	60,2	65	61,7	+3
Содержание сырой клейковины, %	24,3	28,2	24,9	25,8	24,0	27,5	24,2	25,2	+0,6
Содержание сырого протеина, %	-	13,9	14,5	14,2	-	13,5	13,5	13,5	+0,7

За годы изучения сорт озимой пшеницы Скипетр 2 проявил себя как высокоустойчивый к основным болезням относительно стандарта Скипетр. Он слабо восприимчив к септориозу и мучнистой росе (табл. 2).

Таблица 2

Поражение болезнями растений озимой пшеницы сорта Скипетр 2

Показатели	Скипетр 2			Стандарт - Скипетр		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019
Септориоз	10	10	20	30	20	41
Мучнистая роса	15	5	10	25	13	25
Пыльная головня	0	0	0	0	0	0
Твердая головня	0	0	0	0	0	0

По данным государственного сортоиспытания, средняя урожайность семян нового сорта Скипетр 2 в 2021-2022 г.г. по 4 региону составила 4,62 т/га, прибавка к стандарту 0,39 т/га. Стандартом был сорт Скипетр. Наибольшая урожайность в этом регионе получена в республике Марий-Эл – 5,14 т/га, прибавка к стандарту – 1,36 т/га. В Пермском крае получена урожайность 5,1-8 т / га, у стандарта сорт Скипетр – 4,08 т/га/, прибавка составила + 0,39 т/га. В Свердловской области прибавка составила – 0,77 т/га.

Заключение

В результате творческого сотрудничества ФГБНУ ФНЦ ЗБК с физическими лицом Полетаевым Г.М. получен новый сорт озимой пшеницы Скипетр 2 впервые включенный в Государственный реестр селекционных достижений с 2023 г. по Центральному (3), Волго-Вятскому (4) и Средневолжскому (7) регионам РФ.

Сорт сочетает в себе высокий потенциал продуктивности. Характеризуется высокой зимостойкостью, продуктивностью, хорошим качеством зерна, устойчивостью к полеганию, осыпанию, высокой устойчивостью к засухе и слабым поражением болезнями.

Литература

1. Корзун О.С., Бруйло А.С. Адаптивные особенности селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур. Гродно: ГГАУ, – 2011. – 140 с.
2. Зотиков В.И., Сидоренко В.С., Матвейчук П.В. Продуктивность и качество зерна сортов озимой пшеницы и сои в ООО «Дубовицкое» // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 1. – С. 92-98. DOI: 10.24411/2309-348X-202011162.
3. Цуканова З.Р., Молошенок А.А., Кирсанова Е.В. Особенности современного семеноводства. // Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Роль молодых ученых в инновационном развитии сельского хозяйства» 11–14 ноября 2019 года. – Орел: ГНУ ВНИИЗБК 2019. – С. 167-171. – EDN FUBCIN.
4. Зотиков В. И., Мазалов В. И., Сидоренко В. С., Наумкина Т.С., Грядунцова Н.В., Хмызова Н.Г. Экологическое испытание сортов и гибридов сельскохозяйственных культур на Шатиловской СХОС. Орёл: ФГБНУ ВНИИЗБК, – 2017. – 88 с.
5. Цуканова З.Р., Латынцева Е.В., Молошенок А.А., Кирсанова Е.В., Варнавский П.В. Комплексная защита яровой пшеницы сорта Дарья в питомниках первичного семеноводства // Земледелие. – 2018. – № 4. – С.-45-47.

References

1. Korzun O.S., Bruilo A.S. Adaptivnye osobennosti selektsii i semenovodstva sel'skokhozyaistvennykh kul'tur [Adaptive features of breeding and seed production of agricultural crops]. Grodno: GGAU, 2011, 140 p. (In Russian)
2. Zotikov V.I., Sidorenko V.S., Matveichuk P.V. Produktivnost' i kachestvo zerna sortov ozimoi pshenitsy i soi v ООО «Dubovitskoe» [Productivity and grain quality of winter wheat and soybean varieties in Dubovitskoye LLC]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2020, no. 1, pp. 92-98. (In Russian)
3. Tsukanova Z.R., Moloshonok A.A., Kirsanova E.V. Osobennosti sovremennogo semenovodstva [Features of modern seed production]. *Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh i spetsialistov «Rol' molodykh uchenykh v innovatsionnom razvitii sel'skogo khozyaistva» 11-14 noyabrya 2019 goda* [Materials of the International scientific and practical conference of young scientists and specialists "The role of young scientists in the innovative development of agriculture" November 11-14, 2019]. Orel: GNU VNIIZBK, 2019, pp. 167-171. EDN FUBCIN (In Russian)
4. Zotikov V.I., Mazalov V.I., Sidorenko V.S., Naumkina T.S., Gryadunova N.V., Khmyzova N.G. Ekologicheskoe ispytanie sortov i gibridov sel'skokhozyaistvennykh kul'tur na Shatilovskoi SKhOS [Ecological testing of varieties and hybrids of agricultural crops at the Shatilovskaya Trial Farm]. Orel: FGBNU VNIIZBK, 2017, 88 p. (In Russian)
5. Tsukanova Z.R., Latyntseva E.V., Moloshonok A.A., Kirsanova E.V., Varnavskii P.V. Kompleksnaya zashchita yarovoi pshenitsy sorta Dar'ya v pitomnikakh pervichnogo semenovodstva [Comprehensive protection of spring wheat variety Darya in nurseries of primary seed production]. *Zemledelie*, 2018, no.4, pp. 45-47. (In Russian)

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОДУКЦИОННЫХ ПРИЗНАКОВ ОЗИМЫХ СОРТОВ ШАРОЗЁРНОЙ И МЯГКОЙ ПШЕНИЦ

Б.В. РОМАНОВ, кандидат биол. наук, ORCID ID: 0000-0002-0701-1584,
triticumrbw@mail.ru,

А.А. КОЗЛОВ, кандидат с.-х. наук, ORCID ID: 0000-0003-0290-0398, kozlov86@bk.ru

А.В. ПАРАМОНОВ, кандидат с.-х. наук, ORCID ID: 0000-0001-6271 -4453,
alexandr191914@mail.ru

И.Ю. СОРОКИНА*, кандидат с.-х. наук, ORCID ID: 0000-0001-6892-9308
irin.sorockina@yandex.ru

ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ РОСТОВСКИЙ НАУЧНЫЙ АГРАРНЫЙ ЦЕНТР»
*ФГОУ ВО «ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Одним из возможных вариантов для поднятия качества воспроизводимого зерна мягкой пшеницы *T.aestivum* L. является применение шарозёрной пшеницы вида *T.sphaerococcum* Pers., у которой оно довольно высокое. Всё большее вовлечение шарозёрных пшениц в производственную практику делает необходимым оценку их продукционных признаков в сравнении с наиболее распространённой мягкой пшеницей. Результаты сравнительного анализа показали, что районированные сортообразцы *Triticum sphaerococcum* Pers. AABBDD существенно уступают по своим продукционным признакам и соответственно, по биологической урожайности представителям стародавних и современных сортов мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L. AABBDD. Показано, что шарозёрные пшеницы уступают стародавним сортам на 31% и современным на 29%, то есть примерно на 1/3. Выявлено, что шарозёрные пшеницы обладают высокими качественными показателями зерна, значительно превосходя сравниваемые сорта мягкой пшеницы по содержанию белка и клейковины. Концентрация белка в зерне у шарозёрных пшениц в среднем 18,25%, а содержание клейковины 46,33%, тогда как у мягких пшениц белок 13,59% и клейковина 31,08%. В то же время установлено, что, по такому важному селекционному признаку, как масса зерна с колоса, различия доходят до 1/3 данного показателя в пользу мягких пшениц. Последнее подтверждает ранее сделанный вывод о том, что в продукционных признаках у *T.sphaerococcum* отсутствует доля вклада одного из трёх его диплоидных геномов. По-видимому, низкая продуктивность шарозёрных пшениц, в свою очередь, определяет более высокое качество их зерна, по сравнению с сортообразцами мягкой пшеницы. Полученные данные предполагают, что шарозёрные пшеницы наиболее выгодно использовать в качестве улучшителей качества зерна, более продуктивных и востребованных мягких пшениц.

Ключевые слова: шарозёрные пшеницы, мягкие пшеницы, стародавние и современные сорта, продукционные признаки, биологическая урожайность, качественные показатели зерна.

Для цитирования: Романов Б.В., Козлов А.А., Парамонов А.В., Сорокина И.Ю. Сравнительный анализ продукционных признаков озимых сортов шарозёрной и мягкой пшениц. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2023; 1(45):82-88. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-1-82-88

COMPARATIVE ANALYSIS OF PRODUCTION FEATURES WINTER VARIETIES OF SPHERICAL AND SOFT WHEAT

B.V. Romanov, A.A. Kozlov, A.V. Paramonov, I.Yu. Sorokina*

Abstract: *One of the possible options for raising the quality of the reproduced grain is the use of spherical wheat of the type T.sphaerococcum Perc., in which it is quite high. The increasing involvement of spherical wheat in production practice makes it necessary to assess their production characteristics in comparison with the most common soft wheat. The results of the comparative analysis showed that the zoned cultivars of Triticum spaeroccocum Perc. AABBDD are significantly inferior in their production characteristics to representatives of ancient and modern varieties of soft wheat Triticum aestivum L. AABBDD. It is shown that spherical wheats are inferior to ancient varieties by 31% and modern varieties by 29%, that is, by about 1/3. It was revealed that spherical wheats have high quality indicators of grain, significantly surpassing the compared varieties of soft wheat in terms of protein and gluten content. The protein concentration in the grain of spherical wheats is on average 18.25%, and the gluten content is 46.33%, while in soft wheats the protein is 13.59% and the gluten is 31.08%. At the same time, it has been established that, for such an important breeding trait as the weight of grain per ear, the differences reach 1/3 of this indicator in favor of soft wheat. The latter confirms the earlier conclusion that the production traits of T. sphaerococcum lack the contribution of one of its three diploid genomes. Apparently, the low productivity of spherical wheats, in turn, determines the higher quality of their grain, compared with soft wheat varieties. The data obtained suggest that spherical wheats are most beneficial to use as grain quality improvers, more productive and popular soft wheats.*

Keywords: spherical wheat, soft wheat, ancient and modern varieties, production characteristics, biological yield, grain quality indicators.

Введение. Валовому производству зерна мягкой пшеницы Triticum aestivum L., как основной хлебной культуре, придается важное значение [1]. Повышения продуктивности сортов озимой пшеницы можно добиться за счёт создания более плотного стеблестоя и увеличения массы зерна с колоса. В свою очередь, масса зерна с колоса определяется: длиной колоса, числом колосков в нем, количеством и крупностью зерновок [2]. Одновременно, увеличение урожайности озимой мягкой пшеницы сопровождается снижением качественных показателей её зерна. В последнее время, на это всё больше обращается внимание [3]. Одним из возможных вариантов для поднятия качества воспроизводимого зерна является применение шарозёрной пшеницы вида T.sphaerococcum Perc., у которой оно довольно высокое [4, 5]. Однако, получить высокоурожайные формы шарозёрной пшеницы при гибридизации её с мягкой пшеницей, из-за сцепленного наследования сферококоидности зерновок и соответствующей низкой урожайности T.sphaerococcum, крайне затруднительно (Афанасьев П.Д., 1985). Проведённые исследования показали, что в количественных признаках T.sphaerococcum AABBDD, включая продукционные показатели, в отличие от T.aestivum AABBDD, не проявляется вклад одного из трёх её диплоидных геномов [6]. Учитывая этот фактор, под воздействием колхицина из шарозёрной пшеницы сорта Шарада, получена улучшенная её форма, из которой выделена перспективная линия 1/10-17, проходящая стадию размножения [7, 8, 9]. В тоже время продолжают работы по гибридизации шарозёрной и мягкой пшениц, в результате которых получены перспективные линии шарозёрных форм [10]. Поэтому изучение продукционных признаков озимых сортов шарозёрной и мягкой пшениц весьма актуально.

Цель работы – провести сравнительный анализ продукционных признаков озимых сортов шарозёрной и мягкой пшениц.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования служили практически все известные на сегодняшний день, сорта шарозёрных пшениц: Шарада, Прасковья, Еремеевна, Ордынка и некоторые сорта озимых пшениц, включая на начальном этапе стародавние сорта Мироновская 808 и Безостая 1. Растения выращивали одновременно и в одинаковых условиях и, если в сезоне 2019-2020

гг. применяли стародавние сорта, то в сезоне 2020-2021 гг. использовали уже современные сорта, в том числе и Безостую 100, как, своего рода, преемницу Безостой 1. В сезоне 2021-2022 гг. наряду с той же Безостой 100 и другими современными сортами, воспользовались такими стандартными сортами как Дон 107 и Ермак. Опыт мелкоделяночный, повторность в опыте трехкратная. Норма высева семян 400 шт./м², глубина посева 5 см. Для проведения анализа структуры биологической урожайности были отобраны сноповые образцы с площади 1 м² с каждого сорта [11]. По 25 колосьям (без выбора) определяли: среднее число зерен в колосе, массу 1000 зерен (г), массу зерна с колоса. Анализ качества зерна согласно ГОСТам определяли в лаборатории общих анализов ФРАНЦ. Математическая обработка однофакторного опыта по стандартной программе Microsoft excel: Statistica 6.0.

Результаты и обсуждение

На первом этапе, в сезоне 2019-2020 гг сравнивали, имеющийся на тот момент у нас, сорт Шарада и известные стародавние сорта Мироновская 808 и Безостая 1 из коллекции видов ФРАНЦ. Как видно из данных таблицы 1, шарозёрная пшеница Шарада отличалась меньшей длиной колоса по сравнению с сортом Мироновская 808, несмотря на практически одинаковое количество зерен в колосе: 45,8 и 45,3, соответственно.

Таблица 1

Структура продуктивности шарозёрной пшеницы Шарада и стародавних сортов мягкой пшеницы (2019-2020 гг.)

Генотип	Длина колоса, см	Количество, шт./колос		Масса зерна с колоса, г	Масса зерна с растения	Биологическая урожайность, г/м ²
		колосков	зёрен			
Шарада	5,9	18,0	45,8	1,56	2,34	655
<i>Мягкие пшеницы</i>						
Мироновская 808	12,1	22,9	45,3	2,12	2,97	840
Безостая 1	13,1	22,7	56,3	2,78	3,89	1069
В среднем по сортам	11,6	22,1	47,1	2,41	3,43	955
НСР ₀₅	1,0	1,0	5,7	0,33	0,29	110

Однако, по такому важному селекционному показателю как масса зерна с колоса, она на 1/3 уступала аналогичному среднему показателю мягкой пшеницы. Такая же закономерность наблюдается и по массе зерна с растения и по биологической урожайности. Так биологическая урожайность шарозерной пшеницы Шарада составила 655 г/м², что на 185 г/м² меньше, чем у сорта Мироновская 808 и на 414 г/м² меньше, чем у сорта Безостая 1. В среднем по сортам мягкой пшеницы биологическая урожайность была на 300 г/м² выше, чем у сорта Шарада и составила 31%. Возможность такого превосходства мягких пшениц, отмечалась нами ранее, когда наглядно была продемонстрирована разница в размерах колосьев и зерновок шарозёрной пшеницы Шарада и сорта озимой мягкой пшеницы Обрий, участвовавшей в создании первой. Заметим, что сорт Шарада был получен при гибридизации яровой линии 4333 шарозёрной пшеницы с озимой пшеницей сорта Обрий. Из рисунка видно различия в размерах колосьев и зерновок шарозёрной Шарады и мягкой пшеницы Обрий. Так, длина колоса шарозёрной пшеницы составляла 6-7 см, тогда как у Обрия она находилась в пределах 10-11 см. Также хорошо заметна разница в размерах и форме зерновок шарозёрной Шарады и сорта озимой мягкой пшеницы Обрий. У Шарады зерновки шаровидные, а у Обрия более вытянутые и длинные. В целом зерновки мягкой пшеницы, конечно же, крупнее, чем у шарозёрной. Поэтому выявленная разница по массе зерна с колоса между Шарадой и стародавними сортами мягкой пшеницы не случайны. Более того, выявленная разница по массе зерна с колоса между шарозёрной Шарадой и стародавними сортами мягкой пшеницы скорее всего носит закономерный характер.



Рис. Колосья и зерновки озимой шарозёрной пшеницы Шарада (слева) и мягкой пшеницы Обрий, при гибридизации с которой была получена первая

В следующем году, для сравнения использовали практически все имеющиеся на настоящий момент сорта шарозёрных пшениц и некоторые современные районированные сорта мягкой пшеницы (табл. 2). Здесь также отмечены более мелкие размеры колосьев шарозёрных пшениц, по сравнению с современными сортами мягкой пшеницы. Однако, если по числу колосков в колосе различия между шарозёрными и мягкими пшеницами недостоверны, то по количеству зерновок в колосе разница в пользу последних вполне очевидна. Что характерно, и в этом сезоне, средняя масса зерна с колоса 2,01 г на 1/3 выше у мягкой пшеницы, чем таковая у шарозёрной – 1,34 г. Биологическая урожайность в среднем по сортам шарозёрных пшениц составила 621 г/м², что на 254 г/м² меньше, чем у мягких пшениц (в среднем по сортам этот показатель составил 875 г/м²). В целом современные сорта мягкой пшеницы на 29% превосходят шарозёрные пшеницы.

Таблица 2

Структура продуктивности сортов шарозёрной и мягкой пшениц (2020-2021 гг.)

Сорта	Длина колоса, см	Количество, шт./колос		Масса зерна с колоса, г	Масса зерна с растения, г	Биологическая урожайность, г/м ²
		колосков	зёрен			
<i>T.sphaerococcum</i>						
Шарада	6,0	18,5	43,5	1,30	2,08	591
Еремеевна	6,2	17,4	41,7	1,39	2,24	659
Прасковья	6,9	18,1	44,4	1,56	2,51	701
Ордынка	5,8	17,1	36,4	1,13	1,92	534
В ср. по сорту	6,2	17,8	41,5	1,34	2,19	621
<i>T.aestivum</i>						
Безостая 100	9,1	19,1	46,6	1,63	2,67	748
Донская лира	9,1	20,5	56,2	1,79	2,93	809
Находка	9,6	19,1	61,7	2,62	3,87	1068
В ср. по сорту	9,3	19,6	54,8	2,01	3,16	875
НСР ₀₅	0,5	3,3	11,1	0,57	0,48	105

На заключительном этапе получены практически такие же результаты. Несмотря на относительно более высокие показатели данного сезона исследований, различия между шарозёрными и мягкими пшеницами сохраняются (табл. 3). Чётко видно преимущество мягкой пшеницы по длине колоса и количеству зерновок в нем.

Таблица 3

Структура продуктивности сортов шарозёрной и мягкой пшениц (2021-2022 гг.)

Сорта	Длина колоса, см	Количество, шт.		Масса зерна с колоса, г	Масса зерна с растения, г	Биологическая урожайность, г/м ²
		колосков	зёрен			
<i>T.sphaerococcum</i>						
Шарада	6,6	20,8	55,6	1,95	3,12	877
Еремеевна	7,1	20,8	49,5	2,01	3,42	954
Прасковья	7,9	21,3	55,9	2,10	3,57	1010
Ордынка	5,8	21,5	50,5	1,51	2,57	732
В среднем по сорту	6,9	21,1	52,8	1,89	3,17	893
<i>T.aestivum</i>						
Дон 107	9,6	19,7	64,6	2,81	4,50	1238
Авеста	9,3	19,7	68,6	2,68	4,21	1179
Донская лира	9,5	21,1	76,9	3,28	5,13	1406
Безостая 100	10,3	23,2	72,3	2,73	4,37	1192
Ермак	8,4	19,2	59,9	2,85	4,63	1251
В среднем по сорту	9,4	20,6	68,5	2,87	4,57	1253
НСР ₀₅	1,2	2,2	8,8	0,25	0,18	115

Небольшое превосходство по количеству колосков в колосе, в данном случае, шарозёрных сортов над сортами мягкой пшеницы недостоверно. В то же время, разница в 34% по массе зерна с колоса *T.sphaerococcum* AABBD, что на 1/3 меньше, чем у мягкой пшеницы *T.aestivum* AABBD убедительно подтверждает ранее сделанный нами вывод об отсутствии в продукционных признаках шарозёрной пшеницы вклада одного из трёх его диплоидных генома [4]. Очевидно также преимущество мягких пшениц по сравнению с шарозёрными по продуктивности одного растения и биологической урожайности в целом. Так, биологическая урожайность сортов шарозёрной пшеницы в среднем оставила 893 г/м², а сортов мягкой пшеницы – 1253 г/м², что опять же составляет 29%.

Полученные данные сравнительного анализа продукционных признаков, во многом объясняют различия в качественных показателях зерна шарозёрных и мягких пшениц (табл. 4).

Таблица 4

Качественные характеристики зерна шарозёрных и мягких пшениц, 2021-2022 гг.

№ п/п	Генотип	Белок, % ГОСТ 10846-91	Клейковина, % Гост Р 54478-2011	ИДК, ед ГОСТ Р 54478-2011
1	Прасковья	16,68	37,92	65
2	Ордынка	18,98	49,80	104
3	Еремеевна	18,13	48,20	95
4	Шарада	19,24	49,40	66
	В среднем по сортам шарозёрной пшеницы	18,25	46,33	82,5
5	Дон 107	14,85	31,92	75
6	Авеста	13,91	35,40	100
7	Донская лира	12,43	27,32	76
8	Безостая 100	13,17	29,68	77
	В среднем по сортам мягкой пшеницы	13,59	31,08	82,0
	НСР ₀₅	2,21	7,50	15,7

Во всяком случае, легко понять, почему концентрация белка и клейковины у шарозёрных пшениц существенно выше, по сравнению с мягкими пшеницами. Так, если у шарозёрных сортов, за исключением Прасковьи, содержание белка 18% и выше, клейковины 48-49%, то у мягких пшениц этот показатель в среднем на уровне 13,6%, а клейковины 31%. Несомненно здесь, наряду с генетическими особенностями, играет немаловажную роль и, так называемая, отрицательная корреляция между урожайностью и качеством зерна, что необходимо учитывать.

Заключение

Шарозёрные пшеницы значительно уступают в своих продукционных признаках мягким пшеницам. С другой стороны, они существенно превосходили последних высоким процентным содержанием белка и клейковины. Поэтому, учитывая невысокую продуктивность но хорошие качественные показатели, желательнее использовать шарозёрные пшеницы для улучшения качества зерна мягких пшениц.

Литература

1. Силаева Л.П., Баринов Е.В Современное состояние и условия рационального размещения производства пшеницы // Экономический журнал – 2019, 1(53). – С. 33-42. DOI 10.24411/2072-8220-2019-00003.
2. Сандухадзе Б.И., Мамедов Р.З., Крахмалёва М.С., Бугрова В.В. Урожайность сортов озимой пшеницы, элементы её структуры и адаптивные свойства в условиях Нечернозёмной зоны. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – № 3 (39). – С. 17- 22. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-3-17-22
3. Vitale J., Adam B., Vitale P. Economics of wheat breeding strategies: focusing on Oklahoma hard red winter wheat/ agronomy – 2020; 10(2). – 238 с. DOI 10.3390/agronomy 10020238.
4. Боровик А.Н., Беспалова Л.А., Кудряшов И.Н., Керимов В.Р. Улучшение качества зерна озимой мягкой пшеницы за счет шарозерной (*T.sphaerococcum* Persiv). // Пшеница и тритикале.- Советская Кубань. – 2001. – С. 509-516.
5. Боровик А.Н. Селекция и возвращение в культуру исчезающих и редких видов пшеницы: шарозёрной (*T.sphaerococcum* Perc), полбы (*T.dicoccum* (Schrank.) Schubl.), твёрдой (*T.durum* Desf.), шарозёрной (*Triticale sphaerococcum*) для деверсификации производства высококачественного зерна. // Александр Николаевич Боровик. –Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. д.с.-х.н.- Краснодар. – 2016. – 49 с.
6. Романов Б.В., Пимонов К.И. Феномогеномика продукционных признаков видов пшеницы. Монография. пос. Персиановский, – 2018. – 188 с.
7. Романов Б.В. Улучшение продукционных характеристик шарозерной пшеницы // Вестник РАСХН. – 2010. – № 5. – С. 50- 52.
8. Романов Б.В., Пимонов К.И., Гринько А.В., Пасько С.В. Перспективная линия шарозёрной пшеницы // Вестник ДонГАУ. – 2022. – № 2 (44). – С. 12- 18.
9. Ростагнц.рф Федеральный Ростовский аграрный научный центр
10. Романов Б.В., Черногор Л.А., Медведева В.И. Перспективные линии мягкой и шарозёрной пшениц. Материалы всероссийской (национальной) научно-практической конференции «Приоритетные направления развития сельскохозяйственной науки и практики в АПК» п. Персиановский, – 2021. – С. 147-152.
11. Алабушев В.А., Алабушев А.В., Алабушев А.А. Растениеводство. Учебное пособие. – Ростов н/Дону: МарТ, – 2001. – 383 с.

References

1. Silaeva L.P., Barinov E.V Sovremennoe sostoyanie i usloviya ratsional'nogo razmeshcheniya proizvodstva pshenitsy [The current state and conditions of rational placement of wheat production]. *Ekonomicheskii zhurnal*, 2019, 1(53), pp. 33- 42. DOI 10.24411/2072-8220-2019-00003. (in Russian)

2. Sandukhadze B.I., Mamedov R.Z., Krakhmaleva M.S., Bugrova V.V. Urozhainost' sortov ozimoi pshenitsy, elementy ee struktury i adaptivnye svoystva v usloviyakh Nechernozemnoi zony [Yield of winter wheat varieties, elements of its structure and adaptive properties in the conditions of the Non-Chernozem zone]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2021, no.3(39), pp.17- 22. (in Russian) DOI: 10.24412/2309-348X-2021-3-17-22
3. Vitale J., Adam B., Vitale P. Economics of wheat breeding strategies: focusing on Oklahoma hard red winter wheat/ agronomy - 2020; 10(2). –p. 238 DOI 10.3390/agronomy 10020238.
4. Borovik A.N., Bespalova L.A., Kudryashov I.N., Kerimov V.R. Uluchshenie kachestva zerna ozimoi myagkoi pshenitsy za schet sharozernoi (*T.sphaerococcum Persiv*). [Improving the grain quality of winter soft wheat due to spherical (*T.sphaerococcum Persiv*).] *Pshenitsa i tritikale* [Wheat and triticale], Sovetskaya Kuban', 2001, pp.509-516. (in Russian)
5. Borovik A.N. Seleksiya i vozvrashchenie v kul'turu ischezayushchikh i redkikh vidov pshenitsy: sharozernoi (*T.sphaerococcum Perc*), polby (*T.dicoccum (Schränk.) Schubl.*), tverdoi (*T.durum Desf.*), sharozernoi (*Triticale shaerococcum*) dlya deversifikatsii proizvodstva vysokokachestvennogo zerna [Breeding and return to the culture of endangered and rare types of wheat: spherical (*T.sphaerococcum Perc*), spelt (*T.dicoccum (Schränk.) Schubl.*), hard (*T.durum Desf.*), spherical (*Triticale shaerococcum*) for diversification production of high-quality grain.], Doct. Diss. (Agric.), Krasnodar, 2016, 49 p. (in Russian)
6. Romanov B.V., Pimonov K.I. Fenomogenomika produktsionnykh priznakov vidov pshenitsy. Monografiya [Phenomogenomics of production characteristics of wheat species. Monograph.]. pos. Persianovskii, 2018, 188 p. (in Russian)
7. Romanov B.V. Uluchshenie produktsionnykh kharakteristik sharozernoi pshenitsy [Improvement of production characteristics of coarse wheat]. *Vestnik RASKhN*, 2010, no.5, pp.50- 52. (in Russian)
8. Romanov B.V., Pimonov K.I., Grin'ko A.V., Pas'ko S.V. Perspektivnaya liniya sharozernoi pshenitsy. [Perspective line of coarse wheat]. *Vestnik DonGAU*, 2022, no. 2 (44), pp.12- 18. (in Russian)
9. Rostagrntrf available at: <http://www.xn--80ag4abjdei4b.xn--p1ai/> Federal'nyi Rostovskii agrarnyi nauchnyi tsentr
10. Romanov B.V., Chernogor L.A., Medvedeva V.I. Perspektivnye linii myagkoi i sharozernoi pshenits [Perspective lines of soft and ball-grain wheat]. *Materialy vs Rossiiskoi (natsional'noi) nauchno-prakticheskoi konferentsii «Prioritetnye napravleniya razvitiya sel'skokhozyaistvennoi nauki i praktiki v APK»* [Materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference "Priority directions for the development of agricultural science and practice in the agro-industrial complex"], p. Persianovskii, 2021, pp.147-152 (in Russian)
11. Alabushev V.A., Alabushev A.V., Alabushev A.A. Rasteniyevodstvo [Plant Growing]. Rostov-na-Donu, MarT, 2001, 383 p. (in Russian)

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ МЕГАМИКС НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОСЕВОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

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

E-mail: vasin_vg@ssaa.ru

А.О. СТРИЖАКОВ, аспирант, ORCID ID: 0000-0003-4151-3083, E-mail: an.sgau20@mail.ru,

Н.В. РУХЛЕВИЧ, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0003-3250-7765

А.С. СМЕРНОВ, ORCID ID: 0000-0001-7444-135X

ФГБОУ ВО «САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Приведены показатели фотосинтетической деятельности и продуктивности посевов яровой пшеницы с анализом изменения площади листьев растений, фотосинтетического потенциала, чистой продуктивности фотосинтеза и урожайности на посевах яровой пшеницы при разных нормах высева и обработке семян и посевов жидкими минеральными удобрениями МЕГАМИКС.

В результате проведённых исследований было установлено, что площадь листьев и фотосинтетический потенциал возрастали на посевах пшеницы с нормой высева 4,5 млн. всхожих семян на гектар. Максимальные показатели формируются при обработке семян препаратом МЕГАМИКС Семена 2 л/т с последующим двукратным применением некорневых подкормок препаратами МЕГАМИКС Профи 0,5 л/га (в фазу кущения (29ВВСН)) + МЕГАМИКС Азот 0,5 л/га (в фазу флагового листа (39ВВСН)). Здесь формируется максимальная площадь листьев 23,7 тыс. м²/га и фотосинтетический потенциал 0,956 млн. м²/га дней. Этот вариант обеспечивает урожайность 3,69 т/га.

Ключевые слова: площадь листьев, норма высева, МЕГАМИКС, фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза, урожайность зерна.

Для цитирования: Васин В.Г., Стрижаков А.О., Рухлевич Н.В., Смирнов А.С. Влияние системы применения удобрительных смесей МЕГАМИКС на фотосинтетическую деятельность и продуктивность посевов яровой пшеницы. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2023; 1(45):89-96. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-1-89-96

INFLUENCE OF THE SYSTEM OF APPLICATION OF MEGAMIX FERTILIZER MIXTURES ON PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY AND PRODUCTIVITY OF SPRING WHEAT CROPS

V.G. Vasin, A.O. Strizhakov, N.V. Rukhlevich, A.S. Smirnov

FSBEE HE SAMARA STATE AGRARIAN UNIVERSITY

Abstract: *The indicators of photosynthetic activity and productivity of spring wheat crops are given with an analysis of changes in plant leaf area, photosynthetic potential, net productivity of photosynthesis and yields on spring wheat crops at different seeding rates and treatment of seeds and crops with liquid mineral fertilizers MEGAMIX.*

As a result of the research, it was found that the leaf area and photosynthetic potential increased on wheat crops with a seeding rate of 4.5 million viable seeds per hectare. The maximum indicators are formed when seeds are treated with MEGAMIX Seeds 2 l/t followed by two foliar applications with MEGAMIX Profi 0.5 l/ha (at the tillering stage (29 VVSN)) + MEGAMIX

Nitrogen 0.5 l/ha (at the flag leaf stage) (39VVSN)). The maximum leaf area of 23.7 thousand m²/ha and the photosynthetic potential of 0.956 million m²/ha days are formed here. This option provides a yield of 3.69 t/ha.

Keywords: leaf area, seeding rate, MEGAMIX, photosynthetic potential, net photosynthesis productivity, grain yield.

Яровая пшеница принадлежит к числу ценных зерновых культур, возделываемых в условиях лесостепи Среднего Поволжья. Для получения высокого урожая необходимо поддержание оптимальных условий питания в период роста и развития растений, при этом максимально раскрываются потенциальные возможности культуры.

Развитие и потенциальная продуктивность растения – это прежде всего, результат фотосинтетической деятельности, в ходе осуществления которой образуются органические соединения. Лист играет роль центра образования органической массы и эвакуации в органы запаса растения первичных продуктов [1, 2, 3].

Обеспечение растений яровой пшеницы питательными веществами в достаточном количестве является одним из наиболее важных условий повышения интенсивности фотосинтетической деятельности, оказывающей непосредственное влияние на формирование высокого урожая.

В настоящее время всё большее внимание привлекают препараты с большим содержанием комплекса микро- и макроэлементов в доступной для растений форме обладающими ростостимулирующими свойствами. В результате применения таких препаратов происходит активация всех обменных процессов и иммунных систем культурных растений, начиная с самых ранних этапов развития. В результате чего у растений повышается устойчивость к дефициту влаги, повышенным температурам и другим стрессовым факторам, что приобретает особое значение в условиях изменившегося климата [4, 5, 6].

Широко распространённым и наиболее окупаемым приёмом является внедрение в технологию возделывания системы применения жидких минеральных удобрений с оптимальной концентрацией элементов питания находящихся в доступной для растений форме [7, 8, 9].

Цель работы – изучение влияния жидких минеральных удобрений МЕГАМИКС в обработке семян и применении препаратов по вегетации на продуктивность посевов яровой пшеницы в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья.

Материалы и методы исследований

Объектом исследований были посевы яровой пшеницы, предметом исследований является трехфакторный полевой опыт по формированию агрофитоценоза и оценке продуктивности при разных нормах высева и применении удобрительных смесей в форме жидких минеральных удобрений МЕГАМИКС при обработке семян и посевах.

Агротехника в опыте включает в себя лущение стерни, отвальную вспашку, раннее весеннее боронование и предпосевную культивацию на глубину 4-6 см, посев сеялкой AMAZONE D9-25 обычным рядовым способом. Применение удобрительных смесей в опыте проводилось в соответствии со схемой опыта. Уборка проводилась поделочно в фазу полной спелости зерна.

Трёхфакторный полевой опыт включает следующие варианты:

- норма высева: 4.0 млн. всх. сем./га, 4.5 млн. всх. сем./га (**фактор А**);
- обработка семян: контроль (обработка водой), МЕГАМИКС Семена (МС) 2 л/т (**фактор В**);
- обработка посевов по вегетации препаратами: контроль (обработка водой) (К), МЕГАМИКС Профи (МП) (в фазу кушения (29 ВВСН)) 0,5 л/га, МЕГАМИКС Профи (в фазу кушения (29 ВВСН)) 0,5 л/га + МЕГАМИКС Азот (МА) (в фазу флагового листа (39 ВВСН)) 0,5 л/га (**фактор С**).

Экспериментальная работа выполнялась согласно методике полевого опыта (Б.А. Доспехов, 1985). Фенологические наблюдения проводились по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Показатели фотосинтетической деятельности определялись по методике (А.А. Ничипорович, 1982). В опытах использовались препараты компании «МЕГАМИКС»:

МЕГАМИКС Семена – жидкое минеральное удобрение, используемое для обработки семян непосредственно перед посевом, в основу которого включены микро-, мезо- и макроэлементы. Это удобрение имеет в своём составе: микроэлементы (г/л): В – 4,6, Cu – 33, Zn – 31, Mn – 3,0, Co – 2,8, Mo – 7,0, Cr – 0,5, Se – 0,1, Ni – 0,1; мезоэлементы Fe – 4,0, Mg – 22; макроэлементы - N – 58, P – 6, K – 58, S – 50.

МЕГАМИКС Профи – жидкое минеральное удобрение, с высоким содержанием микроэлементов и мезоэлементов. Применяется для предпосевной обработки семян и посевов в период вегетации. Это удобрение имеет в своём составе: микроэлементы (г/л) : В – 1,7, Cu – 12, Zn – 11, Mn – 2,5, Mo – 1,7, Co – 0,5, Se – 0,06; мезоэлементы Fe – 2,0, Mg – 17; макроэлементы - N – 2,5, S – 25.

МЕГАМИКС Азот – жидкое минеральное удобрение для листовой подкормки, имеет в своём составе: микроэлементы (г/л): В-0,8, Cu – 2,5, Zn – 2,5, Mn – 1,0, Mo – 0,6, Co – 0,12, Se – 0,06; мезоэлементы Mg – 6, Fe – 1,0; макроэлементы – N – 116, S – 8.

Результаты и их обсуждение

Характер формирования агрофитоценоза яровой пшеницы изначально зависит от показателя полноты всходов и сохранности растений к уборке. Уровень этих показателей в среднем за годы исследований (2019-2022 гг.) оказался достаточно высоким.

Полнота всходов находилась в пределах от 80,1 до 81,7%. Причём предпосевная обработка семян существенно повышает этот показатель. На посевах пшеницы с нормой высева 4,0 млн. всх. сем/га это превышение составляет 11,6%, на посевах с нормой 4,5 млн. всх. сем/га – 6,2% (табл. 1).

Таблица 1

Полнота всходов и сохранность растений яровой пшеницы, 2019-2022 гг.

Вариант опыта			Полнота всходов, %	Сохранность растений, %	Сохранность среднее по обработке семян, %
Норма высева, млн всх. семян/га	Обработка семян	Обработка по вегетации			
4,0	Контроль	К	80,1	72,7	75,0
		М П		75,1	
		М П+М А		77,2	
	МЕГАМИКС Семена	К	91,7	78,6	80,2
		М П		80,1	
		М П+М А		81,9	
4,5	Контроль	К	83,9	67,9	69,2
		М П		68,6	
		М П+М А		71,0	
	МЕГАМИКС Семена	К	90,1	76,4	79,0
		М П		79,2	
		М П+М А		81,4	

К – Контроль, МС – МЕГАМИКС Семена; МА – МЕГАМИКС Азот;
МП – МЕГАМИКС Профи;

Установлено, что возрастает сохранность растений к уборке на посевах с нормой высева 4,0 млн. всх. сем/га с 75,0 до 80,2%, с нормой высева 4,5 млн. всх. сем/га – с 69,2 до 79,0% в среднем по препаратам в обработке по вегетации.

Выявлено, что обработка посевов препаратами существенно повышает сохранность к уборке, причём максимальная прибавка обеспечивается на посевах, семена которых обрабатывались препаратом МЕГАМИКС Семена 2 л/т с последующей обработкой препаратами МЕГАМИКС Профи 0,5 л/га (в фазу кущения (29ВВСН)) + МЕГАМИКС Азот

0,5 л/га (в фазу флагового листа (39ВВСН)). Максимальный показатель на посеве с нормой высева 4,5 млн. всх. сем/га – 81,4% (табл. 1).

В опыте изучалось влияние системы применения жидких минеральных удобрений МЕГАМИКС на интенсивность фотосинтетической деятельности посевов, и как следствие этого – на накопление сухого вещества растениями яровой пшеницы. Установлено, что уровень показателей накопления сухого вещества от стадии флагового листа (39 ВВСН) до стадии ранней восковой спелости (83 ВВСН) возрастает более чем в два раза. Причём на посеве с нормой 4,5 млн. всх. сем/га эти показатели закономерно выше. Так, сухого вещества в среднем по вариантам обработки посевов с нормой высева 4,0 млн. всх. сем/га накапливается с 177,6 г/м² до 512,8 г/м² от стадии 39 ВВСН до стадии 83 ВВСН соответственно.

На посевах пшеницы с нормой высева 4,5 млн. всх. сем/га возрастает с 222,9 г/м² до 556,1 г/м² соответственно от 39 ВВСН до 83 ВВСН (табл. 2). Как обработка семян, так и применение препаратов при обработке посевов существенно повышает уровень этого показателя. Так, если в контроле (без обработки семян) на посеве с нормой высева 4,0 млн. всх. сем./га на стадии 83 ВВСН без обработки это было 444,4 г/м², то при обработке посевов МЕГАМИКС Профи 539,0 г/м², а при двукратной обработке МЕГАМИКС Профи 0,5 л/га (в фазу кущения (29ВВСН)) + МЕГАМИКС Азот 0,5 л/га (в фазу флагового листа(39ВВСН)) – 555,1 г/м².

Таблица 2

Накопление сухого вещества посевами яровой пшеницы, г/м² 2019-2022 гг.

Вариант опыта			Стадия флагового листа (39ВВСН)		Стадия колошения (59ВВСН)		Стадия ранней-восковой спелости (83ВВСН)	
Норма высева, млн всх. семян/га	Обработка семян	Обработка по вегетации	Обработка по вегетации	Ср. по обработке семян	Обработка по вегетации	Ср. по обработке семян	Обработка по вегетации	Ср. по обработке семян
4,0	К	К	146,9	177,6	333,3	405,3	444,4	512,8
		МП	186,2		429,7		539,0	
		М П+М А	199,8		452,8		555,1	
	МС	К	167,7	194,3	368,9	418,4	437,9	508,3
		МП	196,6		410,5		491,3	
		М П+М А	218,7		475,9		595,8	
4,5	К	К	174,6	188,7	354,5	399,7	476,2	539,9
		МП	178,3		403,8		542,5	
		М П+М А	213,2		440,7		601,1	
	МС	К	198,8	222,9	381,8	449,9	501,9	556,1
		МП	210,4		468,7		550,4	
		М П+М А	259,4		499,1		616,0	

К – Контроль, МС – МЕГАМИКС Семена; МА – МЕГАМИКС Азот;
МП – МЕГАМИКС Профи;

Такая же закономерность отмечена и на посеве с нормой 4,5 млн. всх. сем./га с показателями 501,9 г/м², 550,4 г/м² и 616,0 г/м² где проводилась обработка посевов и семена обрабатывались препаратом МЕГАМИКС Семена. Это максимальные показатели в опыте (табл. 2).

Характер накопления сухого вещества всецело зависит от формирования листовой поверхности посевов. Установлено, что этот показатель был выше на посеве пшеницы с нормой высева 4,5 млн. всх. сем./га. Как обработка семян, так и в особенности применение

препаратов по вегетации повышает показатель площади листьев. Так, на посевах с нормой высева 4,0 млн. всх. сем./га обработка семян повышает этот показатель с 14,8 до 15,1 тыс. м²/га, на посевах с нормой высева 4,5 млн. всх. сем./га с 18,2 до 20,4 тыс. м²/га до стадии 39 BBCH, где без обработки посевов площадь листьев достигала 16,2 тыс. м²/га в контрольном и 21,4 тыс. м²/га при обработке посевов препаратом МЕГАМИКС Профи и 23,7 тыс. м²/га при двукратной обработке препаратами МЕГАМИКС Профи 0,5 л/га (в фазу кущения (29BBCH)) + МЕГАМИКС Азот 0,5 л/га (в фазу флагового листа(39BBCH))

Продуктивность посевов сельскохозяйственных культур определяется и длительностью работы листового аппарата, который характеризуется показателем фотосинтетического потенциала (ФП) посевов.

Характер формирования фотосинтетического потенциала определяется нормой высева пшеницы и применением препаратов. Обработка семян препаратом МЕГАМИКС Семена 2 л/т на посевах с нормой высева 4,0 млн. всх. сем./га повышает этот показатель с 0,605 млн. м²/га дней до 0,635 млн. м²/га дней. На посевах с нормой высева 4,5 млн. всх. сем./га с 0,707 млн. м²/га дней до 0,817 млн. м²/га дней. Закономерно обработка посевов так же повышает этот показатель с максимальным значением 0,956 млн. м²/га дней на посевах с нормой высева 4,5 млн. всх. сем./га обработкой семян и двукратной обработкой растений по вегетации (табл. 3).

Таблица 3

Фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза посевов яровой пшеницы, 2019-2022 гг.

Вариант опыта			Фотосинтетический потенциал, млн. м²/га дней (Σ)			Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м² сутки (Ср.)		
Норма высева, млн всх. семян/га	Обработка семян	Обработка по вегетации	Обработка по вегетации	Ср. по обработке семян	Ср. по норме высева	Обработка по вегетации	Ср. по обработке семян	Ср. по норме высева
4,0	К	К	0,512	0,605	0,620	5,82	5,71	5,59
		МП	0,609			5,89		
		МП + МА	0,694			5,43		
	МС	К	0,504	0,635		5,71	5,47	
		МП	0,664			5,02		
		МП + МА	0,738			5,68		
4,5	К	К	0,645	0,707	0,762	5,26	5,17	5,10
		МП	0,679			5,25		
		МП + МА	0,798			5,01		
	МС	К	0,648	0,817		5,63	5,03	
		МП	0,848			4,72		
		МП + МА	0,956			4,73		

К – Контроль, МС – МЕГАМИКС Семена; МА – МЕГАМИКС Азот;
МП – МЕГАМИКС Профи;

Характер показателя чистой продуктивности фотосинтеза значительно изменяется в зависимости от параметров площади листьев, фотосинтетического потенциала, почвенно-климатических и агротехнических приёмов. Этот показатель характеризует среднюю эффективность фотосинтеза листьев в посеве, но слабо коррелирует с величиной получаемого урожая.

В наших исследованиях чистая продуктивность фотосинтеза лишь незначительно варьировала в зависимости от применения препаратов, с некоторым снижением уровня при посеве пшеницы с нормой высева 4,5 млн. всх. сем./га. И если на посевах с нормой высева

4,0 млн. всх. сем./га этот показатель находился в пределах 5,47 – 5,71 г/м² сутки, то на вариантах с нормой высева 4,5 млн. всх. сем. /га в пределах 5,07 – 5,13 г/м² сутки.

Исследованиями выявлено, что система применения жидких минеральных удобрений марки МЕГАМИКС способствует существенному увеличению урожайности яровой пшеницы. Во все годы проведения исследований (2019-2022 гг.) повышение урожайности отмечалось при увеличении нормы высева до 4,5 млн. всх. сем/га, при обработке семян препаратом МЕГАМИКС Семена 2 л/т и совместной двукратной обработке посевов в разные фазы развития препаратами МЕГАМИКС Профи 0,5 л/га (в фазу кушения (29ВВСН)) + МЕГАМИКС Азот 0,5 л/га (в фазу флагового листа(39ВВСН)). Максимальная урожайность на этих вариантах была на уровне 3,77 т/га, 4,16 т/га, 2,94 т/га, и 3,89 т/га соответственно по годам.

В среднем за годы исследований самая высокая урожайность зерна отмечена при норме высева 4,5 млн. всх. сем/га, обработке семян жидким минеральным удобрением МЕГАМИКС Семена 2 л/т и совместной двукратной обработке посевов препаратами МЕГАМИКС Профи 0,5 л/га (в фазу кушения (29ВВСН)) + МЕГАМИКС Азот 0,5 л/га (в фазу флагового листа (39ВВСН)) и составила 3,69 т/га (табл. 4).

Таблица 4

Урожайность яровой пшеницы

Вариант опыта			Урожайность по годам, т/га				Среднее обработка по вегетации, т/га	Среднее по обработке семян, т/га	Среднее по норме высева, т/га
Норма высева, млн всх. семян/га (А)	Обработка семян (В)	Обработка по вегетации (С)							
			2019	2020	2021	2022			
4,0	К	К	2,24	2,18	2,04	2,54	2,25	2,49	2,71
		МП	2,26	2,81	2,30	2,63	2,50		
		МП+МА	2,31	3,06	2,69	2,82	2,72		
	МС	К	3,41	2,34	1,74	2,92	2,60	2,93	
		МП	3,68	2,79	2,23	2,95	2,91		
		МП+МА	3,71	3,81	2,95	2,68	3,29		
4,5	К	К	2,63	1,76	2,18	2,72	2,32	2,68	2,90
		МП	2,78	2,83	1,81	2,96	2,60		
		МП+МА	2,76	3,11	3,00	3,61	3,12		
	МС	К	3,42	2,36	1,63	3,31	2,68	3,12	
		МП	3,73	2,71	1,94	3,58	2,99		
		МП+МА	3,77	4,16	2,94	3,89	3,69		

К – Контроль, МС – МЕГАМИКС Семена; МА – МЕГАМИКС Азот;

МП – МЕГАМИКС Профи;

2019 НСР ОБ.=0.192; НСР А=0.131; НСР В=0.161; НСР С=0.141; НСР АВ=0.153; НСР АС=0.163; НСР ВС=0.165.

2020 НСР ОБ.=0.360; НСР А=0.120; НСР В=0.130; НСР С=0.150; НСР АВ =0.208; НСР АС= 0.218; НСР ВС= 0.270.

2021НСР ОБ.=0.186;НСРА=0.094;НСР В=0.083;НСР С=0.070; НСР АВ =0.054; НСР АС= 0.055; НСР ВС= 0.102.

2022 НСР ОБ. =0.154; НСР А=0.151; НСР В=0. 0.141; НСР С=0.136; НСР АВ =0.165; НСР АС = 0.168; НСР ВС = 0.159.

Исследованиями выявлено положительное влияние обработки семян яровой пшеницы. Так, в среднем по на вариантам где семена обрабатывались препаратом МЕГАМИКС Семена

наблюдается самая высокая урожайность зерна – 3,12 т/га при норме высева 4,5 млн. всх. сем./га, что выше контрольного варианта, где обработка семян не проводилась на 0,44 т/га. Это статистически достоверно (табл. 4). Так же в ходе проведения исследований удалось установить влияние густоты стояния растений на урожайность.

Анализ статистической обработки урожайных данных показал, что в среднем по всем вариантам норма высева 4,5 млн. всх. сем./га обеспечивает урожайность 2,90 т/га и этот урожай на 0,19 т/га выше, чем при посеве 4,0 млн. всх. сем./га, где лишь незначительно превышает НСР и по существу находится в пределах ошибки опыта. Однако урожайность на варианте обработки семян с последующей обработкой по вегетации при этой норме высева обеспечивает достоверное преимущество при норме высева 4,5 млн. всх. сем./га перед посевом с нормой высева 4,0 млн. всх. сем./га с показателями 3,69 т/га и 3,29 т/га, соответственно (табл. 4).

Отмечено, что все варианты обработки по вегетации достоверно обеспечивают прибавку к контролю. Среди вариантов лучшим оказывается вариант двукратной обработки МЕГАМИКС Профи (в фазу кущение (29 ВВСН)) + МЕГАМИКС Азот (в фазу флагового листа) (39 ВВСН)). При посеве 4,0 млн. всх. сем./га преимущество этого варианта к однократной обработке на посеве составляет 0,18...0,38 т/га, при посеве 4,5 млн. всх. сем./га 0,52...0,70 т/га. Эти прибавки указывают на достоверное преимущество варианта двукратной обработки посевов по вегетации.

Выводы

Посевы яровой пшеницы в лесостепной зоне Среднего Поволжья к моменту полного созревания обеспечивают сохранность растений 68,6-81,9%, что вполне достаточно для формирования урожая.

Яровая пшеница характеризуется высокой фотосинтетической деятельностью и формирует мощный листовой аппарат. Фотосинтетический потенциал посевов пшеницы достигает 0,956 млн. м²/га дн., чистая продуктивность фотосинтеза – 4,73-5,89 г/м² сутки.

Максимальную продуктивность формируют посевы, где проводилась обработка семян препаратом МЕГАМИКС Семена с последующей двукратной обработкой по вегетации препаратами МЕГАМИКС Профи 0,5 л/га (в фазу кущения (29ВВСН)) + МЕГАМИКС Азот (в фазу флагового листа (39ВВСН)) на фоне нормы высева 4,5 млн. всх. сем./га с урожайностью 3,69 т/га.

Литература

1. Карпова Л. В., Карпова Г. А., Строгонова А. В. Эффективность применения комплексных жидких удобрений в хелатной форме на фоне естественного и минерального питания растений яровой пшеницы. // Нива Поволжья. – 2020. – № 4(57). – С. 51-57. – DOI 10.36461/NP.2020.57.4.015. – EDN ZPQBWJ.
2. Никитин С. Н. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах и динамика ростовых процессов при применении биологических препаратов. // Успехи современного естествознания. – 2017. – № 1. – С. 33-38. – EDN XWROUD.
3. Рашидов К. А., Муминджонов Х. А., Джаборов Т. Д., Шарипов Н. С. Фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза посевов пшеницы в зависимости от технологии выращивания, // Kishovar. – 2015. – № 1. – С. 9-11. – EDN TSZZSJ.
4. Исайчев В. А., Андреев Н. Н., Мударисов Ф. А. Влияние жидких минеральных удобрений на продукционные процессы яровой пшеницы. // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2021. – № 2(35). – С. 15-20. – DOI 10.35523/2307-5872-2021-35-2-15-20. – EDN QCQWBA.
5. Исайчев В. А., Андреев Н. Н. Влияние некорневой подкормки препаратом Мегамикс на урожайность и качество зерна яровой пшеницы. // Нива Поволжья. – 2020. – № 4(57). – С. 9-15. – DOI 10.36461/NP.2020.57.4.002. – EDN VOJVVD.
6. Карпова Г. А., Теплицкая Д. Г. Фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза растений яровой мягкой пшеницы Экада 113 при использовании регуляторов роста. // Тенденции развития науки и образования. – 2019. – № 52-4. – С. 93-95. – DOI 10.18411/lj-07-2019-89. – EDN VVTHAE.

7. Барчукова А. Я., Тосунов Я. К., Чернышева Н. В. Влияние некорневой подкормки озимой пшеницы жидким минеральным удобрением актив марки азот на ростовые и формообразовательные процессы, урожайность и качество зерна // Рисоводство. – 2020. – № 1(46). – С. 28-33. – DOI 10.33775/1684-2464-2020-46-1-28-33. – EDN DDAJCM.
8. Бурунов А. Н. Структура урожая и продуктивность яровой твёрдой пшеницы при применении жидких минеральных удобрений Мегамикс // Плодородие. – 2021. – № 2 (119). – С. 17-21. – DOI 10.25680/S19948603.2021.119.05. – EDN GVGKLB.
9. Иванова О.М., Дудова Е. В., Кутепова И.А., Ненасhev А. Ю. Урожайность озимой пшеницы при применении удобрения Мегамикс в Тамбовской области // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 4 (36). – С. 124-129. – DOI 10.24411/2309-348X-2020-11214. – EDN LBTWNI.

References

1. Karpova L.V., Karpova G.A., Strogonova A.V. Ehffektivnost' primeneniya kompleksnykh zhidkikh udobrenii v khelatnoi forme na fone estestvennogo i mineral'nogo pitaniya rastenii yarovoi pshenitsy [The effectiveness of the use of complex liquid fertilizers in chelated form against the background of natural and mineral nutrition of spring wheat plants]. *Niva Povolzh'ya*, 2020, no 4(57), pp. 51-57, DOI 10.36461/NP.2020.57.4.015, EDN ZPQBWJ. (In Russian)
2. Nikitin S.N. Fotosinteticheskaya deyatel'nost' rastenii v posevakh i dinamika rostovykh protsessov pri primenении biologicheskikh preparatov [Photosynthetic activity of plants in crops and dynamics of growth processes in the use of biological preparations]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*, 2017, no 1, pp. 33-38, EDN XWROUD. (In Russian)
3. Rashidov K.A., Mumindzhonov Kh.A., Dzhaborov T.D., Sharipov N.S. Fotosinteticheskii potentsial i chistaya produktivnost' fotosinteza posevov pshenitsy v zavisimosti ot tekhnologii vyrashchivaniya [Photosynthetic potential and net productivity of photosynthesis of wheat crops depending on cultivation technology]. *Kishovarz*, 2015, no 1, pp. 9-11, EDN TSZZSJ. (In Russian)
4. Isaichev V.A., Andreev N.N., Mudarisov F.A. Vliyanie zhidkikh mineral'nykh udobrenii na produktsionnye protsessy yarovoi pshenitsy [The influence of liquid mineral fertilizers on the production processes of spring wheat]. *Agrarnyi vestnik Verkhnevolzh'ya*, 2021, no 2(35), pp. 15-20, DOI 10.35523/2307-5872-2021-35-2-15-20, EDN QCQWBA. (In Russian)
5. Isaichev V.A., Andreev N.N. Vliyanie nekornevoi podkormki preparatom Megamiks na urozhainost' i kachestvo zerna yarovoi pshenitsy [The effect of foliar top dressing with Megamix on the yield and quality of spring wheat grain]. *Niva Povolzh'ya*, 2020, no 4(57), pp. 9-15, DOI 10.36461/NP.2020.57.4.002, EDN BOJVVD. (In Russian)
6. Karpova G.A., Teplitskaya D.G. Fotosinteticheskii potentsial i chistaya produktivnost' fotosintez rastenii yarovoi myagkoi pshenitsy Ekhada 113 pri ispol'zovanii regul'yatorov rosta [Photosynthetic potential and net productivity photosynthesis of spring wheat plants Ekhada 113 when using growth regulators]. *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya*, 2019, no. 52-4, pp. 93-95, DOI 10.18411/lj-07-2019-89, EDN VVTHAE. (In Russian)
7. Barchukova A.Ya., Tosunov Ya. K., Chernysheva N.V. Vliyanie nekornevoi podkormki ozimoi pshenitsy zhidkim mineral'nym udobreniem aktiv marki azot na rostovye i formoobrazovatel'nye protsessy, urozhainost' i kachestvo zerna [The effect of foliar top dressing of winter wheat with liquid mineral fertilizer active nitrogen on growth and shaping processes, yield and grain quality]. *Risovodstvo*, 2020, no 1(46), pp. 28-33, DOI 10.33775/1684-2464-2020-46-1-28-33, EDN DDAJCM. (In Russian)
8. Burunov A. N. Struktura urozhaya i produktivnost' yarovoi tverdoi pshenitsy pri primenении zhidkikh mineral'nykh udobrenii Megamiks [Crop structure and productivity of spring durum wheat when using liquid mineral fertilizers Megamix]. *Plodorodie*, 2021, no 2(119), pp. 17-21, DOI 10.25680/S19948603.2021.119.05, EDN GVGKLB. (In Russian)
9. Ivanova O.M., Dudova E.V., Kutepova I.A., Nenashev A. Yu. Urozhainost' ozimoi pshenitsy pri primenении udobreniya Megamiks v Tambovskoi oblasti [Yield of winter wheat when applying Megamix fertilizer in the Tambov region]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2020, no 4(36), pp. 124-129, DOI 10.24411/2309-348X-2020-11214, EDN LBTWNI. (In Russian)

ОСОБЕННОСТИ ПЛЕНЧАТЫХ И ГОЛОЗЕРНЫХ СОРТОВ ОВСА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ, УДОБРЕННОЙ БИОЛОГИЗИРОВАННЫМ КУРИНЫМ ПОМЕТОМ, В УСЛОВИЯХ ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ

Н.Н. ЩУКИН, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID 0000-0003-2760-4393
E-mail: n9159803437@yandex.ru

В.В. ОКОРКОВ, доктор сельскохозяйственных наук
А.Д. КАБАШОВ*, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «ВЕРХНЕВОЛЖСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР»,
г. Суздаль
*ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «НЕМЧИНОВКА»,
г. Москва

Внесение в малоплодородную дерново-подзолистую почву биологизированного куриного помета (БКП, помет) в дозе 120 т/га в сочетании с приемами интенсивной технологии возделывания овса способствовали улучшению окультуренности почвы от слабой до повышенной. При избыточных запасах N-NO₃ (251 кг/га в слое 0-40 см) во влажный 2019 г. и низких запасах N-NO₃ (83 кг/га) в засушливый 2021 г. в почве, выделился по урожаю пленчатый сорт Яков (5,91 и 1,96 т/га). Во влажный 2020 г. при относительно средних запасах N-NO₃ (139 кг/га) большей урожайностью отличался сорт Залп. Среди голозерных сортов наиболее продуктивный – Азиль: 4,58 т/га – в 2019 г., 3,27 – в 2020 г. и 1,90 т/га – в 2021 г. В засушливых условиях и низком агрофоне почвы в 2021 г. различия по урожаю между сортами Азиль и Яков были недостоверными. Пленчатость зерна сортов Яков и Залп составляла 23-26%, а полнота вышелушивания голозерных сортов Немчиновский 61 и Азиль – 89-92 %. Высокой белковостью зерна (19,4-19,5%) отличался овес голозерный, средней (18,9%) – яровая пшеница и ниже средней (16,1-16,4%) – овес пленчатый. В голозерном овсе содержалось несколько больше калия (0,55-0,57%), чем в пленчатом (0,50-0,54%), но меньше фосфора – в овсах (1,05-1,29%) по сравнению с пшеницей (1,35%). Содержание нитратов в зерне овса, выращенного на фоне 2-го года последствия БКП, варьировало от 24,3 до 35,8 мг/кг, что ниже ПДК нитратов для зернофуража – 300 мг/кг.

Ключевые слова: дерново-подзолистая почва, биологизированный куриный помет, урожайность, овёс пленчатый, овёс голозерный.

Для цитирования: Щукин Н.Н., Окорков В.В., Кабашов А.Д. Особенности пленчатых и голозерных сортов овса при возделывании на дерново-подзолистой почве, удобренной биологизированным куриным пометом, в условиях Верхневолжья. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2023; 1(45):97-108. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-1-97-108

FEATURES OF FILMY AND NAKED OAT VARIETIES WHEN CULTIVATED ON SODDY-PODZOLIC SOIL FERTILIZED WITH BIOLOGIZED CHICKEN MANURE IN THE CONDITIONS OF THE UPPER VOLGA REGION

N.N. Shchukin, V.V. Okorkov, A.D. Kabashov*

FSBSI «VERKHNEVOLZHSKY FEDERAL AGRARIAN SCIENTIFIC CENTER», Suzdal'

*FSBSI FEDERAL RESEARCH CENTER «NEMCHINOVKA», Moscow

Abstract: The introduction of biologized chicken manure (BCM, manure) in a dose of 120 t/ha into the infertile sod-podzolic soil in combination with intensive oat cultivation techniques helped to improve the cultivation of the soil from weak to elevated. With excess reserves of N-NO₃ (251 kg/ha in a layer of 0-40 cm) in wet 2019 and low reserves of N-NO₃ (83 kg/ha) in arid 2021 in the soil, the Yakov filmy variety (5.91 and 1.96 t/ha) stood out in yield. In the wet 2020, with relatively average reserves of N-NO₃ (139 kg/ha), the Zalp variety was more productive. Among the naked varieties, Azil is the most productive: 4.58 t/ha – in 2019, 3.27 – in 2020 and 1.90 t/ha – in 2021. In arid conditions and low soil fertility in 2021, the yield differences between Azil and Yakov varieties were unreliable. The filminess of the Yakov and Zalp grain varieties was 23-26%, and the completeness of the exfoliation of the naked Nemchinovsky 61 and Azil varieties was 89-92%. Naked oats were distinguished by high protein content of grain (19.4-19.5%), medium (18.9%) – spring wheat and below average (16.1-16.4%) – filmy oats. Naked oats contained slightly more potassium (0.55-0.57%) than filmy oats (0.50-0.54%), but less phosphorus - in oats (1.05-1.29%) compared to wheat (1.35%). The nitrate content in the grain of oats grown against the background of the 2nd year of the aftereffect of BCM varied from 24.3 to 35.8 mg/kg, which is lower than the MPC of nitrates for grain fodder - 300 mg/kg.

Keywords: sod-podzolic soil, biologized chicken manure, yield, filmy oats, naked oats.

Овес – традиционная кормовая и продовольственная зерновая культура для регионов России с умеренно-континентальным и континентальным климатом. Основные посевы овса размещены в Сибирском, Приволжском, Уральском и Центральном федеральных округах РФ. В последние годы посевы овса в стране занимают около 2,5-2,7 млн. га с валовым сбором зерна около 4,0-5,5 млн. т., из которого 91-94% используется на кормовые цели и только 6-9% поступает на переработку [1].

В сравнении с другими зерновыми культурами белок овса более сбалансирован по аминокислотному составу и отличается от белка пшеницы и ячменя повышенным содержанием многих ценных аминокислот - лизина, валина, цистина, лейцина и других [2].

В зерне овса содержится в 2-3 раза больше жиров (3-11%), чем в других зерновых культурах. Жир овса сконцентрирован преимущественно в эндосперме зерновки (86-90%), отличается высокой обеспеченностью жирорастворимыми антиоксидантами (витамин Е в форме токоферолов и токотриенолов – в среднем 14,7 мг/кг), лучшей перевариваемостью и усвояемостью [1].

Биохимический состав зерна овса пленчатого характеризуется следующими показателями (в СВ): 9,03-19,5% (в среднем 13,3) белка; 31,1-51,0% (40,1) крахмала; 7,7-19,2 % (13,2) клетчатки; 3,1-6,6% (4,6) жира; 3,1-5,4% (4,1) минеральных веществ. Цветковые пленки, плодовые и семенные оболочки зерна содержат много целлюлозы и пентозанов. Алейроновый слой имеет высокую концентрацию белка, целлюлозы, золы, а эндосперм - повышенное содержание крахмала и белка. В цветковых пленках содержится (в СВ): 1,1-3,2% белка; до 34,6% клетчатки; до 36,5% пентозанов; 10-15% лигнина; 0,5-1,0% жира; 4,1-7,3% золы. После удаления цветковых пленок содержание клетчатки в зерне резко снижается (на 1,7-2,5%), а белков, крахмала и жира – возрастает (Г.А. Баталова, 2013).

Пленчатость овса – сортовой признак, который варьирует в зависимости от условий произрастания растений, особенно – метеорологических. Более высокие показатели пленчатости отмечены в засушливые годы и связаны со снижением крупности зерновок овса (В.Е. Кардашина, В.С. Николаева, 2017). На малоплодородных и кислых дерново-подзолистых почвах снижаются урожайность овса, натура зерна и доля в нем эндосперма, но повышается – содержание пленок и оболочек. Повышению пленчатости зерна способствуют и различные заболевания овса, которые поражают растения восприимчивых сортов, вызывая снижение массы зерновок (Ю.И. Варгач, 2019).

Высокая пленчатость (до 48% массы необрушенного зерна) основной недостаток овса, особенно «старых» сортов. По причине высокого содержания клетчатки и антипитательных веществ в пленке, овес мало используется в энергонасыщенных рационах (не более 8-10%)

кур-несушек, но в большем количестве, как правило, присутствует в рационах (до 20%) для выращивания молодняка птицы. Одно из преимуществ новых сортов овса – крупное низкоплечатое зерно (до 18% от общей массы).

Голозерные формы овса выделены у 3-х из 4-х культурных видов овса. Широко распространенный в России овес посевной делится на 2 подвида – плечатый и голозерный. При этом в голозерном овсе могут встречаться плечатые зерна, доля которых варьирует под влиянием сортовых особенностей и погодных условий вегетации растений и колеблется от 0,4 до 13 %.

У плечатого овса в колоске 2-3 цветка, у голозерного до 7 и более. Зерновка плечатого овса плотно покрыта кожистой цветковой пленкой, а голозерного – свободно лежит между цветковыми чешуйками [3]. Поэтому его зерно достаточно легко вышелушивается и основная часть чешуек удаляется при обмолоте. Процентное содержание невышелушенных зерен в урожае голозерного овса может составлять 5-10% и выше. Более высокая полнота вышелушивания (92-95%) достигается при предуборочной влажности зерна 16-18% [4, 5].

Голозерный овес более требователен к плодородию почвы и предшественникам в севообороте, чем плечатый. В условиях засухи и слабой окультуренности почвы голозерный овес страдает череззерницей – основной причиной снижения урожайности [3, 4, 6].

Ввиду биологических особенностей голозерные сорта овса уступают плечатым по урожайности, но превосходят их по питательной и энергетической ценности зерна – содержанием белка, жира и крахмала [2, 7, 8, 9]. Допустимым и конкурентным уровнем урожайности голозерных сортов овса считается отставание на 25% от урожайности плечатых стандартов в регионах их возделывания. И эта разница экономически оправдана при подсчете доли пленки в урожае и затрат на обрушение плечатого зерна в сравнении с голозерным, зерно которого не требует доработки при помощи шелушения [10].

Белковый комплекс зерна плечатого овса в большинстве составляют альбумины и глобулины – 38,3-40,7%, у голозерного преобладают глютенины – 47,3-50,4%. Белок голозерного овса по сравнению с плечатым (и другими зерновыми культурами) лучше сбалансирован по аминокислотному составу в связи с меньшей долей присутствия спирторастворимых белков – проламинов около 13-16% [11]. С увеличением урожайности голозерных сортов овса повышается содержание в зерне крахмала, но снижается содержание белка и жира [12].

В зерне голозерного овса содержится значительно меньше клетчатки (3,97%), чем в плечатом (10,43%). Зольность зерна голозерного овса (2,58%) также ниже плечатого (3,12%) [13].

Важными показателями, характеризующими биологические возможности сортов овса, являются скороспелость и устойчивость к полеганию [4, 14]. Обладание первой сортовой особенностью создает условия для более ранних сроков созревания и уборки овса в оптимальные сроки, второй – позволяет повысить устойчивость растений к неблагоприятным условиям среды и снизить потери при уборке, выращивать культуру на более интенсивном агрофоне.

В настоящих исследованиях рассматривается влияние действия и 2 лет последствия внесения в дерново-подзолистую почву биологизированного ферментами пробиотиков свежего помета кур клеточного содержания в дозе 120 т/га на урожайность, содержание NPK, нитратов и сырого протеина в зерне плечатых и голозерных сортов, их отзывчивость на высокое содержание минерального азота в почве с учетом рационального землепользования.

Условия, материал и методы исследований

Исследования проводились в 2019-2021 гг. в Ярославской области на малоплодородной дерново-слабоподзолистой почве легкосуглинистого гранулометрического состава пахотного

горизонта и среднесуглинистого – подпахотного с характерными для слабокультуренной почвы агрохимическими и агрофизическими свойствами.

Биологизацию куриного помета (БКП, помет) клеточного содержания осуществляли включением в ежедневный рацион кормления кур пробиотиков. В 1 т помета в среднем содержалось: около 66% влаги, 373 кг органического вещества (в пересчете на углерод), 21 кг общего азота, 26 кг P_2O_5 и 8 кг K_2O .

В 2019 г. свежий БКП в дозе 120 т/га вносили разбрасывателем под весновспашку (на 19-22 см). В 2020 г с целью ранневесеннего разуплотнения и подсушивания почвы проводили чизелевание на 25-35 см. Предпосевная подготовка почвы включала: 1-2 дискования, 2-е культивации (на 10-12 и 5-7 см) с боронованием и прикатывание посевов. При проведении опытов минеральные удобрения не применялись.

Норма высева всхожих семян овса на 1 га – 5,0 млн. Повторность 3-кратная, размер делянок – 120 м², размещение – систематическое.

В опыте использовались сорта овса пленчатого – Яков, Опольный и Залп (с 2020 г.), голозерного – Немчиновский 61 и Азиль. Контролем в опыте служит пленчатый сорт Яков, распространенный и районированный в Северо-Западном регионе РФ. Для дополнительного межкультурного сравнения в опыт включена яровая пшеница сорта Злата, выращиваемая на фоне без удобрения и внесения БКП.

В 2019 г. изучали действие, в 2020 – 1-й год последствий и в 2021 г – 2-й год последствия внесения 120 т/га БКП в почву, которая использовалась для закладки опыта. В год действия БКП посев производили по обработанной залежной почве, в 1-й год последствий помета предшественник овса – яровая пшеница, во 2-й год последствий – ячмень.

Семена обрабатывали протравителями против болезней и вредителей. Схема химической защиты овса включала: 1-я обработка гербицидами в фазу кущения; 2-я – смесью препаратов фунгицидного, инсектицидного и ретардантного действия (по действию помета) в фазу выхода в трубку; 3-я – смесью фунгицида и инсектицида в фазу выметывания и 4-я – десикацию посевов в фазу восковой – полной спелости зерна (только в год действия помета).

Вегетация растений по годам исследований характеризовалась контрастными погодными условиями: 2019 и 2020 – избыточным выпадением осадков и увлажнением почвы (ГТК 2,01 и 2,26), а 2021 – засушливыми периодами в критические фазы развития овса (ГТК 1,11).

В июне-июле 2019 г. температура воздуха уступала норме в среднем на 2,0°C, а количество осадков превышало норму в 1,4 раза. В 2020 г. осадки в летние месяцы (в июле 2,5 нормы) сопровождалось длительным подтоплением корневой системы растений поверхностными водами при температуре воздуха близкой к среднесреднегодной за вегетацию. Повышенными температурами воздуха (в среднем на 2,1°C выше нормы) и недостатком осадков в июне-июле (54% от нормы) в фазы кущения, трубкования и молочной спелости зерна отличался 2021 г.

Сорта овса, изучаемые в опыте, селекции ФИЦ «Немчиновка» и совместной – с ФАНЦ «Верхневолжский» (Опольный и Немчиновский 61).

При проведении мероприятий по обработке почвы, подготовке семян к посеву и ухода за растениями руководствовались технологиями возделывания зерновых культур, разработанными ФАНЦ «Верхневолжский» и ФИЦ «Немчиновка» для агроценозов на дерново-подзолистых почвах Верхневолжья.

Учеты, наблюдения, статистическая обработка данных проводились по соответствующим методикам и программам: «Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур», 1971; «Методика полевого опыта», Доспехов Б.А., 1985; STATVUA и EXCEL.

Результаты и обсуждение

Показатели, характеризующие хозяйственно-полезные признаки сортов пленчатого и голозерного овса в опыте, варьировали в зависимости от видовых и генотипических особенностей, метеорологических условий в период вегетации и отзывчивости растений на изменение агрохимических свойств почвы в результате внесения помета в годы его действия (2019) и последействия (1-й – в 2020 и 2-й – в 2021).

Удобрение почвы БКП способствовало улучшению реакции среды, увеличению содержания подвижного фосфора и обменного калия. Однако более востребованными, динамичными, определяющими продуктивность и другие характеристики развития растений являются источники азота в почве – нитратный и аммонийный азот в жидкой фазе, поглощаемой корнями растений. Из этих форм азота – нитратный, в удобренной почве, в период от кущения до восковой спелости зерна составлял основную его часть: 72-94% – по действию БКП, 97-99 и 95-98% – в 1-й и 2-й годы его последействия. Поэтому его роль в обеспечении растений азотом в данных условиях являлась определяющей.

Наблюдения, проведенные в период кущения овса в слое 0-40 см удобренной почвы, показали, что по действию БКП запасы нитратного азота увеличились в 2,7 раза (с 94 до 251 кг/га) при некотором улучшении реакции среды (от средне – до слабокислой), а в 1-й и 2-й годы последействия помета его запасы снижались – до 139 и 83 кг/га на фоне соответствующей кислотности – близкой к нейтральной и нейтральной (табл. 1).

Влияние аммонийного азота в жидкой фазе на рост и развитие растений следует признать слабым по причине относительно низких, за годы исследований в период кущения овса, запасов в почве: 1,6-4,0 кг/га – без удобрений и 1,7-16,4 кг/га – удобренной пометом.

Действие помета во влажный 2019 год (ГТК 2,01), связанное с избыточным содержанием нитратного азота в почве, отрицательно отразилось на развитии овса, наблюдались – почти полное полегание основных продуктивных побегов, подгон и удлинение вегетации, которая варьировала у разных сортов в пределах 109-111 дней. В 1-й и 2-й годы (ГТК 2,26 и 1,11) последействия помета срок вегетации и развитие растений соответствовали сортовым характеристикам овса и составили 90-95 и 86-88 дней, а 1-м созрел сорт Залп.

Таблица 1

Влияние запасов нитратного азота в слое почвы 0-40 см в фазу кущения овса и осадков в июне-июле на урожай и вегетацию зерновых культур в годы действия (2019) и последействия (2020 и 2021) БКП

Годы действия и последствия БКП		Осадки, мм	pH _{KCl}	Запасы N-NO ₃ , кг/га	Культура	Срок вегетации дней	Сбор с 1 га, т/га
2019	Без удобрений	208	4,53-4,96	94	Пшеница	82	1,75
	Действие БКП		4,24-5,41	251	Пшеница	106	9,46
					Овес пленч.	109-111	5,74-5,91
					Овес голоз.		4,39-4,58
2020	Без добрений	253	4,51-5,64	18	Пшеница	78	1,45
	1-й год п/д БКП		5,66-6,08	139	Пшеница	82	4,37
					Овес пленч.	90-95	5,01-5,49
					Овес голоз.		3,05-3,27
2021	Без удобрений	81	4,12-4,44	11	Пшеница	73	0,81
	2-й год п/д БКП		6,06-6,24	83	Пшеница	76	2,27
					Овес пленч.	86-88	1,75-1,96
					Овес голоз.		1,79-1,90

В связи с уменьшением запасов нитратного азота в почве снижалась и урожайность овса по годам. Менее заметное снижение урожайности от года действия помета на 1-й год его

последствия наблюдалось у сортов пленчатого овса (от 5,74-5,91 до 5,01-5,49 т/га), а значительное – сортов овса голозерного (от 4,39-4,58 до 3,05-3,27 т/га). Разница в их урожайности составила 20-26% – по действию помета и 35-44% – в 1-й год его последствия при более высокой урожайности сортов пленчатого овса. Такие различия в реакции культур овса на снижение содержания нитратного азота в почве связаны с известными особенностями их плодообразования и развития корневой системы, а также повышенной зависимостью голозерного овса от плодородия почвы.

В засушливый 2-й год последствия БКП урожайность всех сортов овса резко снизилась (в 2,2-3,4 раза по сравнению с годом действия помета и в 1,6-3,1 раза относительно 1-го года его последствия) и составила 1,75-1,96 т/га. При этом отмечено сочетание стрессоров, ограничивших урожайность овса во 2-й год последствия помета, – низкое содержания нитратного азота в почве и недостаток осадков в критические фазы развития овса – от кущения до молочной спелости зерна.

В то же время (в 2021 г.) определились не только культурные различия овсов, но и сортовые (табл. 2). Урожай сорта Яков достоверно превышал урожайность сорта ЗАЛП. Различия по урожаю у стандарта и сортов Опольный, Немчиновский 61 и Азиль были в пределах погрешности опыта.

Таблица 2

**Влияние действия и последствия внесения в почву
120 т/га БКП на формирование урожая овса**

№	Сорта	Урожайность, т/га				Число продуктивных стеблей, шт./м ²			Масса 1000 зерен, г		
		2019	2020	2021	ср.	2019	2020	2021	2019	2020	2021
Яровая пшеница (сорт Злата)											
1	Злата – б/у.	1,75	1,45	0,81	1,34	382	361	292	24,6	27,7	23,0
2	Злата	9,46	4,37	2,27	5,37	569	428	351	38,8	40,6	34,9
Пленчатые сорта овса											
1	Яков	5,91	5,38	1,96	4,42	502	452	320	30,6	32,0	32,6
2	Опольный	5,74	5,01	1,82	4,19	492	419	327	29,8	32,4	31,9
3	Залп	-	5,49	1,75	-	-	427	297	-	34,8	30,4
Голозерные сорта овса											
4	Немчиновский-61	4,39	3,05	1,79	3,08	494	422	310	27,1	25,1	28,3
5	Азиль	4,58	3,27	1,90	3,25	512	430	316	25,3	25,8	28,8
НСР ₀₅		0,34	0,41	0,18	0,31						

Сравнение урожайности яровой пшеницы и овса для определения их отличий в отзывчивости на содержание нитратного азота в почве показало явные преимущества возделывания пшеницы на высокоинтенсивном агрофоне (по действию помета в 2019 году) – превышение по урожайности составило 1,6-2,2 раза. На фоне средней интенсивности (1-й год последствия) и кислотности почвы близкой к нейтральной, урожайность пшеницы уступала на 23% стандарту овса пленчатому сорту Яков, но превышала голозерные сорта - на 34-43%. На низком агрофоне (2-й год последствия помета) и нейтральной кислотности почвы урожайность яровой пшеницы (2,27 т/га) несколько превосходила урожайность овса (на 0,31-0,52 т/га).

Во влажный год на высокоинтенсивном (N-NO₃ – 251 кг/га в слое почвы 0-40 см в фазу кущения) агрофоне и в засушливый – на низком (N-NO₃- 83 кг/га) агрофоне пленчатый сорт Яков по урожайности (5,91 и 1,96 т/га) превышал прочие сорта овса. Во влажный год на среднеинтенсивном (N-NO₃- 139 кг/га) агрофоне лучшую урожайность обеспечил пленчатый сорт ЗАЛП (5,49 т/га). Среди голозерных сортов овса во все годы исследований более высокой урожайностью выделялся Азиль: 4,58 т/га – на высокоинтенсивном агрофоне, 3,27 т/га – на среднеинтенсивном и 1,90 т/га – на низком.

Сохранение отдельными сортами пленчатого (Яков) и голозерного овса (Азиль) относительно высокого уровня урожайности в годы со сложными погодными условиями и различным почвенным плодородием, включая отзывчивость на действие и последствие помета, – необходимая для возделывания сортовая особенность, которая указывает на адаптивный потенциал их продуктивности и является генотипической.

Под влиянием действия и последствие помета по-разному изменялись структурные показатели формирования урожайности в зависимости от видовых особенностей овса посевного, культурных и генотипических различий сортов пленчатого и голозерного овса.

Для обеих культур овса характерно снижение от действия на 1-й и 2-й годы последствие помета числа продуктивных стеблей на 1 м² (с 492-512 до 419-452 и 297-327 шт.) и высоты растений (с 95-101 до 91-98 и 81-85 см). При этом под влиянием действия по сравнению со 2-м годом последствие помета у всех сортов овса повышалась масса 1000 зерен (с 25,3-30,6 до 28,3-32,6 г).

Более низкая масса 1000 зерен наряду с высокой урожайностью сортов на фоне избыточного содержания нитратного азота в почве в год действия помета связана с присутствием в урожае мелкого зерна с метелок вторичных побегов (подгона), которые появились в фазу кущения и дозрели после десикации. При этом количество продуктивных побегов по действию помета значительно превышало (примерно в 1,1-1,6 раза) их число на вариантах последствие БКП.

В образцах зерна, отобранного из урожая овса и яровой пшеницы на 2-й год последствие помета, изучалось содержание NPK, сырого протеина (СП) и их вынос с 1 га, а также присутствие в зерне нитратов по отношению к ПДК (табл. 3).

Таблица 3

**Содержание NPK и нитратов в 1 кг СВ зерна овса
на 2-й год последствие внесения 120 т/га БКП в 2021 г.**

№	Сорта	Содержание в 1 кг СВ, %				Нитраты, мг/кг
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Сырой протеин	
Яровая пшеница						
1	Злата –б/у.	2,02	1,02	0,60	12,6	23,3
2	Злата	3,03	1,35	0,57	18,9	50,5
Пленчатые сорта овса						
1	Яков	2,63	1,15	0,50	16,4	24,3
2	Опольный	2,60	1,22	0,54	16,2	24,4
3	Залп	2,58	1,24	0,54	16,1	24,3
Голозерные сорта овса						
4	Немчиновский 61	3,10	1,29	0,57	19,4	28,5
5	Азиль	3,12	1,05	0,55	19,5	35,8

Содержание азота определяет белковую составляющую зерна. Вместе с азотом белка в общий азот зерна входит и азот небелковых соединений. Данные показали высокое содержание общего азота в зерне (3,10-3,12%) голозерного овса, а значительно меньшее (2,58-2,63%) – в пленчатом. Яровая пшеница характеризовалась средним (между пленчатым и голозерным овсами) содержанием азота – по последствие помета (3,03%) и низким (2,02%) – без удобрения.

На фоне последствие помета в голозерном овсе содержалось несколько больше калия (0,55-0,57%), чем в пленчатом (0,50-0,54%), но меньше фосфора – в овсах (1,05-1,29%) по сравнению с пшеницей (1,35%). Под влиянием последствие помета относительно контроля – без удобрений доля фосфора в зерне яровой пшеницы повышалась (с 1,02 до 1,35%).

Соотношение содержания NPK (в форме N-общий азот, P-P₂O₅ и K-K₂O) в зерне свидетельствует о приоритетах в потребности растений овса в питательных веществах

почвы. Так, соотношение NPK в зерне пленчатого сорта Яков составляло 5,3:2,3:1, а голозерного сорта Азиль – 5,7:1,9:1, то есть голозерному – Азиль требовалось больше азота, но меньше – фосфора для формирования урожая, чем пленчатому – Яков. Подобные особенности растений, соответствующих сортов, необходимо учитывать при внесении удобрений под планируемый уровень их урожайности.

Сырой белок в кормах устанавливается расчетным путем и называется также сырым протеином. На белковость зерна в опыте оказывали влияние многие факторы – видовые и генотипические отличия сортов овса и яровой пшеницы, последствие внесения БКП на плодородие почвы и погодные условия в период вегетации растений.

На примере яровой пшеницы видно, что повышенное (83,4 кг/га) содержание нитратного азота в почве на 2-й год последствия помета по сравнению с вариантом без удобрений (10,9 кг/га) способствовало значительному увеличению в пшенице СП – с 12,6 до 18,9%.

В зависимости от биологических особенностей на 2-й год последствия помета зерновые культуры характеризовались следующими показателями содержания сырого протеина в зерне: высоким (19,4-19,5%) – овес голозерный, средним (18,9%) – яровая пшеница и ниже среднего (16,1-16,4%) – овес пленчатый.

При сравнении пленчатого и голозерного овсов необходимо учитывать, что необрушенное зерно пленчатых сортов на 18-48% состоит из цветковых пленок, биохимический состав которых снижает содержание сырого протеина и других питательных веществ в зернофураже овса.

Пленчатость зерна «немчиновских» сортов овса в опыте (Яков и Залп) довольно низкая и составляла 23-26%, а доля невышелушенных зерен у сортов Немчиновский 61 и Азиль – 8-11%. Поэтому разница в пленчатости (вышелушенности) зерна между культурами соответствовала 12-18%, которая и является причиной повышенной белковости голозерного овса. В процессе промышленного шелушения выход ядра у пленчатых сортов овса значительно меньше. ГОСТом 28673-90 выход ядра в процессе шелушения нормируется для 1 и 2 классов не менее 65%, для 3 не менее 63%.

Несмотря на некоторую разницу в урожайности при повышенной питательности зерна, голозерные сорта овса выносили больше (на 7-31%) сырого протеина с 1 га по сравнению с пленчатыми (табл. 4).

Нитраты – соли азотной кислоты являются основным источником усвояемого азота, необходимого для синтеза аминокислот и белков в растениях и в том или ином количестве содержатся во всех кормах.

Содержание нитратов в зерне овса, выращенного на фоне 2-го года последствия БКП, варьировало в пределах 24,3-35,8 мг/кг, что значительно ниже ПДК нитратов для зернофуража – 300 мг/кг.

Таблица 4

**Вынос NPK и сбор сырого протеина с 1 га урожаем овса
по последствию БКП в 2021 г.**

№	Сорта	Сбор зерна с 1 га, т	Вынос с урожаем, кг/га			
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	СП
Пленчатые сорта						
1	Яков	1,96	51,6	22,5	9,8	323
2	Опольный	1,82	47,3	22,2	9,8	295
3	Залп	1,75	45,2	21,7	9,5	283
Голозерные сорта						
4	Немчиновский 61	1,79	55,5	23,1	10,2	347
5	Азиль	1,90	59,3	20,0	10,5	371
НСР ₀₅		0,18				

Таким образом, результаты сравнения культур (по урожайности и адаптивности, исключая питательность) часто не в пользу выбора голозерного овса для возделывания по технологии с применением БКП, но при необходимости составления высокопитательных рационов и экономии затрат на подработку пленчатого овса возникает потребность в использовании голозерного.

Появление новых сортов голозерного овса с улучшенным генотипом повышает их конкурентность, что в полной мере относится к сорту Азиль. Пленчатый сорт Яков в среднем за 3 года превосходит все изучаемые сорта овса по урожайности и более других устойчив к сложным погодным условиям.

Выводы

1. Удобрение малоплодородной дерново-подзолистой почвы БКП в сочетании с приемами интенсивной технологии возделывания овса способствуют улучшению окультуренности почвы от слабой до повышенной. Значение нитратного азота в обеспечении растений доступным азотом является определяющим, доля его в жидкой фазе азотных соединений в год действия помета в слое почвы 0-40 см составляла 72-94%, 97-99 и 95-98% – в 1-й и 2-й годы последствия помета.

2. Внесение высокой дозы помета (120 т/га) во влажный год (ГТК 2,01) отрицательно отразилось на экологии и развитии растений овса, наблюдались накопление нитратного азота в почве выше ПДК, полегание основных продуктивных стеблей, подгон и удлинение вегетации до 109-111 дней, для прекращения которой и подсушивания урожая проводилась десикация посевов. В 1-й и 2-й годы (ГТК 2,26 и 1,11) последствия помета срок вегетации и развитие растений соответствовали сортовым характеристикам овса и составили 90-95 и 86-88 дней при более раннем созревании пленчатого сорта Залп.

3. Пленчатый овес относительно голозерного слабее реагирует на снижение обеспеченности почвы доступным азотом и сохраняет урожайность на более высоком уровне: 5,74-5,91 т/га – по действию и 5,01-5,49 т/га – в 1-й год последствия БКП. В эти годы разница в урожайности пленчатых и голозерных сортов повышалась с 20-26 до 35-44%. Такие различия в реакции культур овса на снижение содержания нитратного азота в почве связаны с известными особенностями их плодообразования и зависимостью голозерного овса от плодородия почвы.

4. При сочетании стрессоров – высокой влажности за вегетацию овса и избыточных запасов N-NO₃ (251 кг/га в год действия помета) или засухи и низких запасов N-NO₃ (83 кг/га во 2-й год последствия помета) в почве более значительной урожайностью выделялся пленчатый сорт Яков (5,91 и 1,96 т/га). В относительно оптимальных условиях – высокой влажности и средних запасах N-NO₃ (139 кг/га в 1-й год последствия помета) большей урожайностью отличился сорт Залп (5,49 т/га). Среди голозерных сортов наиболее продуктивный – Азиль, урожайность которого варьировала по годам в пределах 4,58-1,90 т/га. В острозасушливых условиях и низких запасах N-NO₃ в почве различия по урожаю между сортами Азиль и Яков были недостоверными.

5. Голозерный овес выделялся высоким содержанием общего азота (3,10-3,12%) в зерне, а значительно меньшим – овес пленчатый (2,58-2,63%). Яровая пшеница характеризовалась средним (между пленчатым и голозерным овсами) содержанием азота - по последствию помета (3,03%) и низким (2,02%) – без удобрения. На фоне последствия помета в голозерном овсе содержалось несколько больше калия (0,55-0,57%), чем в пленчатом (0,50-0,54%), но меньше фосфора - в овсах (1,05-1,29%) по сравнению с пшеницей (1,35%).

6. Соотношение NPK в зерне овса пленчатого сорта Яков составило 5,3:2,3:1, а голозерного сорта Азиль – 5,7:1,9:1, из которых следует, что сорту Азиль требуется больше азота, но меньше – фосфора для формирования урожая, чем сорту Яков. Подобные особенности культур и сортов необходимо учитывать при внесении удобрений под планируемый уровень урожайности.

7. На фоне 2-го года последствий помета высокой белковостью (19,4-19,5%) зерна отличался овес голозерный, средней (18,9%) – яровая пшеница и ниже средней (16,1-16,4%) – овес пленчатый. При невысокой разнице в урожайности между сортами, голозерный овес превосходил пленчатый по сбору сырого протеина с 1 га на 7-31%.

8. Показатели содержания нитратов в зерне овса, выращенного на фоне 2-го года последствий БКП, варьировали в пределах 24,3-35,8 мг/кг или в разы ниже ПДК нитратов для зернофуража – 300 мг/кг.

9. Включение овса в качестве 1-й культуры после внесения высокой дозы (120 т/га) помета в почву не рекомендуется в связи с негативной реакцией на избыточно-высокое содержание азота в почве. Оптимальным для возделывания овса по технологии с применением БКП следует считать 1-й год последствий помета, но приемлемо и во 2-й.

Литература

1. Баталова Г.А. Селекция овса на качество зерна в Волго-Вятском регионе // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018, – № 3 (27). – С. 81-85.
2. Белкина Р.И., Марикова М.И. Технологические и биохимические свойства зерна овса в условиях Северного Зауралья // Аграрный вестник Урала. – 2009. – № 5. – С. 55-56.
3. Маркова А.С., Кабашов А.Д., Лейбович Я.Г. и др. Влияние стресса, вызванного засухой, на урожай и завязываемость семян голозерного овса // Сб. мат. науч.-практ. конф. «Аграрная наука и развитие отраслей сельского х.-ва региона». Калужский НИИСХ. Калуга, – 2020. – С. 23-27.
4. Кабашов А.Д., Лейбович Я.Г., Маркова А.С. и др. Результаты, проблемы и перспективы использования сортов голозерного овса в настоящее время // Сб. Межд. науч.-практ. конф. по селекции и семеноводству зернофуражных культур. Чебоксары, ООО ИД «Среда», – 2019. – С. 51-54.
5. Маркова А.С., Кабашов А.Д., Политыко П.М. и др. Реакция на стресс, агротехника и семеноводство голозерного овса // Владимирский земледелец, – 2021, – № 3 (97). – С. 56-61.
6. Кабашов А.Д., Лейбович Я.Г., Власенко Н.М. и др. Сорта овса селекции ФИЦ «Немчиновка», допущенные к использованию в 2020 году // Сб. мат. науч.-практ. конф. «Аграрная наука и развитие отраслей с.-х. региона». Калужский НИИСХ -. Калуга, – 2020. – С. 32-35.
7. Баталова Г.А. Перспективы и результаты селекции голозерного овса // Зернобобовые и крупяные культуры, – 2014, – № 2 (10). – С. 64-69.
8. Баталова Г.А., С.Н. Шевченко. Некоторые результаты селекции голозерного овса для Европейской территории России//Известия Самарского НЦ РАН. Самара, – 2018. – Т. 20, – № 2(2). – С. 198-203.
9. Юсова О.А., Васюкевич С.В. Оценка коллекционных образцов овса по продуктивности и биохимическим показателям в условиях южной лесостепи западной Сибири. Вестник Алтайского ГУ. Барнаул, – 2014, – № 7. – С. 33-37.
10. Кабашов А.Д., Колупаева А.С., Лейбович Я.Г. и др. Голозерный овес Немчиновский 61 – новое направление в селекции МосНИИСХ «Немчиновка» // Современная аграрная наука, как фактор повышения эффективности сельскохозяйственного производства региона. Сб. мат. науч.-практ. конф. Калужский НИИСХ. Калуга, – 2018. – С. 26-30
11. Козлова Г.Я., Акимова О.В. Сравнительная оценка голозерных и пленчатых сортов овса по основным показателям качества зерна // Сельскохозяйственная биология. – М., – 2009. – № 5. – С. 87-89.
12. Исачкова О.А., Ганичев Б.Л. Биохимические показатели качества зерна голозерного овса // Вестник Новосибирского ГАУ. Новосибирск, – 2012, – Т.4, – № 25. – С. 12-17.
13. Андреев Н.Р., Баталова Г.А., Носовская Л.П. и др. Оценка технологических свойств некоторых сортов голозерного овса, как сырья для производства крахмала // Зернобобовые и крупяные культуры, – 2016, – № 1 (17). – С. 83-88.

14. Щукин Н.Н. Адаптивность и хозяйственно-биологическая оценка сортов зернофуражных культур на дерново-подзолистых почвах Нечерноземья // Инновации и продовольственная безопасность. Новосибирск. –2018. – № 3 (21). – С. 127-138.

References

1. Batalova G.A. Seleksiya ovsa na kachestvo zerna v Volgo-Vyatskom regione [Breeding of oats for grain quality in the Volga-Vyatka region]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. M., 2018, no. 3 (27). pp. 81-85. (In Russian)
2. Belkina R.I., Marikova M.I. Tekhnologicheskie i biokhimicheskie svoistva zerna ovsa v usloviyakh severnogo Zaural'ya [Technological and biochemical properties of oat grain in the conditions of the northern Trans-Urals]. *Agrarian Bulletin of the Urals*. - 2009- no. 5. pp. 55-56. (In Russian)
3. Markova A.S., Kabashov A.D., Leibovich Ya.G., et al. Vliyanie stressa, vyzvannogo zasukhoi, na urozhai i zavyazyvaemost' semyan golozernogo ovsa [The influence of drought-induced stress on the yield and seed setting of naked oats] Sat. mat. nauch.-prakt. conf. "Agrarian science and the development of branches of agriculture in the region". Kaluzhskii NIISKh. Kaluga, 2020. pp. 23-27. (In Russian)
4. Kabashov A.D., Leibovich Ya.G., Markova A.S. et al. Rezul'taty, problemy i perspektivy ispol'zovaniya sortov golozernogo ovsa v nastoyashchee vremya [Results, problems and prospects of using varieties of naked oats at the present time] Proc. Int. Sci. and practical conference on breeding and seed farming of grain forage crops. Cheboksary, LLC ID "Sreda", 2019. pp. 51-54. (In Russian)
5. Markova A.S., Kabashov A.D., Polityko P.M., et al. Reaktsiya na stress, agrotehnika i semenovodstvo golozernogo ovsa [Reaction to stress, agrotechnics and seed production of naked oats], *Vladimirskii zemledelets*, 2021, no. 3 (97), pp. 56-61. (In Russian)
6. Kabashov A.D., Leibovich Ya.G., Vlasenko N.M. et al. Sorta ovsa seleksii FITs «Nemchinovka», dopushchennye k ispol'zovaniyu v 2020 godu [Varieties of oats of the selection of FITZ "Nemchinovka", approved for use in 2020]. Proc. sci.-pract. conf. "Agrarian science and development of agricultural industries of the region". Kaluzhskii NIISKh. Kaluga, 2020, pp. 32-35. (In Russian)
7. Batalova G.A. Perspektivy i rezul'taty seleksii golozernogo ovsa [Prospects and results of breeding of naked oats], *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2014, 2 (10). pp. 64-69. (In Russian)
8. Batalova G.A., Shevchenko S.N. Nekotorye rezul'taty seleksii golozernogo ovsa dlya Evropeiskoi territorii Rossii [Some results of breeding of naked oats for the European territory of Russia], *Izvestiya Samarskogo NTs RAN - Izvestia of the Samara Scientific Research Center of the RAS*. 2018, Samara, vol. 20, no. 2(2), pp. 198-203. (In Russian)
9. Yusova O.A., Vasyukevich S.V. Otsenka kollektсионnykh obraztsov ovsa po produktivnosti i biokhimicheskim pokazatelyam v usloviyakh yuzhnoi lesostepi zapadnoi Sibiri [Assessment of oat collection samples by productivity and biochemical parameters in the conditions of the southern forest-steppe of Western Siberia]. *Vestnik Altaiskogo GU - Bulletin of the Altai GU*. Barnaul, 2014, no. 7. pp. 33-37. (In Russian)
10. Kabashov A.D., Kolupaeva A.S., Leibovich Ya.G., et al. Golozernyi oves Nemchinovskii 61 - novoe napravlenie v seleksii MosNIISKh «Nemchinovka». Sovremennaya agrarnaya nauka, kak faktor povysheniya effektivnosti sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva regiona [Naked oats Nemchinovsky 61 - a new direction in the selection of MOSNIISKH "Nemchinovka". Modern agrarian science as a factor of increasing the efficiency of agricultural production in the region]. Proc. sci.-pract. conf. Kaluzhskii NIISKh. Kaluga, 2018. pp. 26-30 (In Russian)
11. Kozlova G.Ya., Akimova O.V. Sravnitel'naya otsenka golozernykh i plenchatykh sortov ovsa po osnovnym pokazatelyam kachestva zerna [Comparative evaluation of naked and filmy varieties of oats according to the main indicators of grain quality], *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya - Agricultural Biology*, 2009. no. 5. pp. 87-89. (In Russian)

12. Isachkova O.A., Ganichev B.L. Biokhimicheskie pokazateli kachestva zerna golozernogo ovsa [Biochemical indicators of grain quality of naked oats]. *Bulletin of the Novosibirsk State Agrarian University. Novosibirsk*, 2012, vol.4, no. 25. pp. 12-17. (In Russian)
13. Andreev N.R., Batalova G.A., Nosovskaya L.P. et al. Otsenka tekhnologicheskikh svoystv nekotorykh sortov golozernogo ovsa, kak syr'ya dlya proizvodstva krakhmala [Evaluation of technological properties of some varieties of naked oats as raw materials for starch production], *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2016, no. 1 (17), pp. 83-88. (In Russian)
14. Shchukin N.N. Adaptivnost' i khozyaistvenno-biologicheskaya otsenka sortov zernofurazhnykh kul'tur na dernovo-podzolistykh pochvakh Nechernozem'ya [Adaptability and economic and biological evaluation of grain forage crop varieties on sod-podzolic soils of the Non-Black Soil Region], *Innovatsii i prodovol'stvennaya bezopasnost'*. Novosibirsk, 2018, no. 3 (21), pp. 127-138. (In Russian)

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ СОРТОВ ЯЧМЕНЯ

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

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

Г.В. ЧЕВЕРДИНА, кандидат биологических наук, ORCID ID: 0000-0003-4656-5421

ФГБНУ «ВОРОНЕЖСКИЙ ФАНЦ ИМЕНИ В.В. ДОКУЧАЕВА», E-mail: niish1c@mail.ru

*Изучение сортов ячменя степного и западноевропейского происхождения, проведено в центральной части Воронежской области (ФГБНУ «Воронежский ФАНЦ имени В.В. Докучаева») в 2019-2021 годах. Образцы выращивались по предшественнику горох на зерно на почвенном фоне без удобрений и с применением сложного удобрения по 60 кг д. в. на гектар при посеве. Повышенной зерновой продуктивностью из степной группы выделяется сорт Таловский 9, из западноевропейской – сорт Эксплоер. Прибавка урожайности при использовании комплексного удобрения в дозе 60 кг действующего вещества на гектар у степных форм в среднем составила 9,3%, наибольший эффект отмечен у сортов Медикум 157 (17,0%) и Таловский 9 (10,0%). У сортов западноевропейской группы прибавки в целом были более значимы (в среднем 15,5%), с максимальным выражением у сортов Зу заза, Зу сурен (20,0-23,6%). Зерновая продуктивность растений с 1 м² максимально сопряжена с содержанием хлорофилла в фазу кущения: $r=0,78^{***}$, менее значима зависимость в фазы цветения и молочной спелости $r=0,36^*$, $0,39^*$. Уровень содержания хлорофилла в фазе кущения в наших условиях с высокой достоверностью положительно взаимосвязан с показателями продуктивной кустистости ($r=0,75^{***}$, $0,78^{***}$) и продуктивного стеблестоя ($r=0,68^{**}$, $0,75^{***}$), с использованием удобрений зависимость снижается. В фазу цветения содержание хлорофилла максимально взаимосвязано с формированием элементов продуктивности: массы зерна с главного колоса ($r=0,65^{**}$, $0,85^{***}$), на неудобренном фоне зависимость сильнее, и массы зерна с растения ($r=0,63^{**}$, $0,66^{**}$). Уровень содержания хлорофилла в фазе кущения можно использовать в селекционном процессе, при оценке и отборах на повышенную продуктивность.*

Ключевые слова: ячмень, сорт, удобрения, продуктивность, хлорофилл, корреляция.

Для цитирования: Голова Т.Г., Ершова Л.А., Чевердина Г.В. Влияние минерального питания на продуктивность сортов ячменя. Зернобобовые и крупяные культуры. 2023; 1(45):109-120. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-1-109-120

THE EFFECT OF MINERAL NUTRITION ON THE PRODUCTIVITY OF BARLEY VARIETIES

T.G. Golova, L.A. Ershova, G.V. Cheverdina

FSBSI V.V. DOKUCHAEV FEDERAL AGRARIAN RESEARCH CENTER, VORONEZH

Abstract: The study of barley varieties of steppe and Western European origin was conducted in the central part of the Voronezh region (FSBSI "Voronezh FARC named after V.V. Dokuchaev") in 2019-2021. Samples were grown on the predecessor of peas for grain on the soil background without fertilizers and using a complex fertilizer of 60 kg of active substance on the hectare when sowing. From the steppe group, the Talovsky 9 variety stands out with increased grain productivity, from the western-European – Explorer. An increase in productivity on average when using a

*complex fertilizer at a dose of 60 kg active substance per hectare in steppe forms was 9.3%, with the greatest effect in the varieties Medicum 157 (17.0%) and Talovsky 9 (10.0%). In the varieties of the Western European group, the increases are more significant, on average 15.5%, they are most pronounced in the varieties Zu Zaza, Zu Suren (20.0-23.6%). The maximum grain productivity of plants from m² is associated with the content of chlorophyll in the tillering phase: $r=0.78^{***}$, the dependence is less significant in the subsequent phases: flowering and milk ripeness $r=0.36^*$, 0.39^* . The level of chlorophyll content in the tillering phase in our conditions is positively correlated with the indicators of productive bushiness with high reliability ($r=0.75^{***}$, 0.78^{***}) and a productive stem ($r=0.68^{**}$, 0.75^{***}), with the use of fertilizers, the dependence is reduced. During the flowering phase, the chlorophyll content is maximally interconnected with the formation of productivity elements: the mass of grain from the main ear ($r=0.65^{**}$, 0.85^{***}), on a non-windy background, the dependence is stronger, and the grain mass from the plant ($r=0.63^{**}$, 0.66^{**}). The level of chlorophyll content in the tillering phase can be successfully used in the breeding process, during evaluation and selection for increased productivity.*

Keywords: barley, variety, fertilizers, productivity, chlorophyll, correlation.

Введение

Ячмень является одной из основных зернофуражных культур в Российской Федерации, в том числе и в Воронежской области, где площади посева ярового ячменя варьируют по годам от 392,9 до 438,8 млн. га, что составляет до 30,5-37,0% в группе зерновых культур. Также ячмень – это одна из самых отзывчивых на улучшение условий выращивания культура, несмотря на короткий вегетационный период, он способен формировать высокую урожайность. В условиях производства яровой ячмень чаще всего высевают в заключительном поле севооборота, в котором отмечается дефицит основных элементов питания в почве и возникает потребность в применении удобрений. Наиболее рациональным, как с агрономической, так и с экономической точек зрения, является возделывание ячменя в зернопропашном севообороте в комплексе с использованием минеральных удобрений в дозе NPK-60 [1, 2].

Воронежская область расположена на юго-востоке Центрально-Черноземной зоны, характеризующейся резко континентальным климатом и крайне неустойчивым увлажнением по годам и в течение вегетационного периода. В настоящее время метеоусловия изменяются в сторону увеличения нарастания ростингибирующих температур в период вегетации и характеризуются повышенной нестабильностью. В производстве возделываются сорта ярового ячменя кормового и пивоваренного использования. Группа кормовых ячменей представлена сортами отечественного происхождения, чаще степного или лесостепного биотипов. Эти сорта адаптированы к местным засушливым метеоусловиям, отличаются более стабильной по годам урожайностью. Сорта, относящиеся к западноевропейской агроэкологической группе, созданы в благоприятных по влагообеспеченности климатических условиях, требуют для достижения высокой урожайности использование минеральных удобрений.

В основе продукционного процесса лежит фотосинтез, однако его связь с продуктивностью не всегда однозначна. Растения при помощи пигмента хлорофилла поглощают энергию солнечного света и с ее помощью из углекислого газа, воды и минеральных солей создают разнообразные органические вещества. В среднем за период вегетации показатели, характеризующие мощность развития фотосинтетического аппарата и длительность его работы, достаточно тесно коррелируют с элементами продуктивности. Известно также, что у растений пшеницы одного сорта, выращенных в одинаковых погодных условиях, но с разной обеспеченностью минеральным питанием, зерновая продуктивность тесно связана с содержанием хлорофилла в листьях в отдельные фазы вегетации растений [3, 4]. Ранее нами на ячмене было показано, что высокий уровень содержания хлорофилла в засушливых условиях способствует получению выполненного зерна [5].

Материал и условия исследований

Изучение сортов проведено в центральной части Воронежской области (ФГБНУ «НИИСХ ЦЧП», Каменная Степь) в 2019-2021 годах. Почва селекционного севооборота представлена черноземом обыкновенным среднесиловым, с содержанием гумуса до 6,4–6,8%, показатели накопления общих форм азота – 0,31%, фосфора – 0,118% и калия – 0,239%. Образцы представлены двумя группами сортов: степного происхождения – Таловский 9, Медикум 157, Щедрый, Донецкий 8, Абалак; западноевропейского – Зу заза, Зу сурен, Эксплоер, Эйфель, Даниэлле. Образцы выращивались по предшественнику горох на зерно на почвенном фоне без удобрений и с применением сложного удобрения по 60 кг действующего вещества на гектар при посеве (нитрофоска марка NPK 16:16:16). Удобрения вносились совместно с посевом семян, путем предварительного смешивания, на делянки площадью 2 м². Посев производился селекционной сеялкой СУ-10, учетная площадь один квадратный метр в четырехкратной повторности. Анализ растений по структурным элементам производился в полной спелости, на содержание хлорофилла – по фазам развития: кущение, цветение и молочная спелость.

Метеорологические условия проведения опытов были разнообразными, но температурный фактор в межфазные периоды колошение – спелость однозначно менялся в сторону повышения, по сравнению со среднемноголетними данными. За периоды вегетации 2019-2021 годов превышение среднедекадных температур над многолетними данными составило от 8,3 до 16,6% (табл. 1).

Таблица 1

Метеоусловия за период изучения

Годы, показатели	Апрель		Всходы-колошение		Колошение-спелость		Период вегетации	
	% к ср. мн.	ГТК	% к ср. мн.	ГТК	% к ср. мн.	ГТК	% к ср.мн.	ГТК
Сумма среднедекадных температур, °С								
2019	130,8	0,60	118,8	0,57	106,1	0,84	111,8	0,71
2020	93,0	2,31	97,3	1,41	117,3	0,73	108,3	0,90
2021	120,7	0,99	79,9	1,63	125,6	0,74	116,6	0,94
ср. мн.	22,7	1,49	62,3	1,00	77,0	0,98	139,3	0,99
Количество выпавших осадков, мм								
2019	53,2		67,8		91,5		80,8	
2020	146,5		111,0		88,0		98,4	
2021	80,0		130,4		95,9		111,5	
ср. мн.	34,0		62,5		75,6		138,1	

Примечание: ср. мн. – средние многолетние значения

Количество осадков за представленный период было недостаточным в 2019 и 2020 годах, и составило 80,8 и 98,4% в сравнении со среднемноголетними значениями, превышение отмечено только в 2021 году на 11,5%. По фазам развития ячменя период колошение – спелость однозначно жаркий и сухой за все годы: ГТК составил от 0,73 до 0,84. В целом следует охарактеризовать 2019 год как сухой с повышенными температурами всего периода вегетации. В 2020-21 годах до колошения складывались оптимальные условия для развития ячменя при комфортных температурах и повышенной влагообеспеченности, особенно в 2021 году. Однако дальнейший период до спелости сложился максимально жестко: ГТК составил 0,73 и 0,74 соответственно. Таким образом, метеоусловия вегетационных периодов ячменя за 2019-2021 годы объективным образом характеризуют спектр разнообразия погодных условий центральной части Воронежской области.

Статистическая обработка данных проведена по Б.А. Доспехову (1985), оценка пластичности (b_i) по Пакудину В.З., Лопатиной Л.М. [6]. Определение содержания

хлорофилла по фазам онтогенеза осуществлялось экстракцией 96% этанолом спектрофотометрическим методом.

Результаты и их обсуждение

Продуктивность изученных сортов в опыте, представленная в таблице 2 и на рисунке, позволяет говорить о том, что биотип сортов, обусловленный местом их происхождения, имеет решающее значение в формировании урожайности по годам. В посеве без применения удобрений во влагообеспеченном 2021 году сорта западноевропейской группы однозначно были более продуктивными на 70,1 г/м², в среднезасушливых и засушливых условиях 2020 и 2019 годов степные формы превышали конкурентов на 120,9 и 24,3 г/м². В оптимальных по увлажненности условиях 2021 года лучшими по продуктивности были сорта Зу сурен и Эксплоер (601,5 и 626,5 г/м²), также высокую продуктивность сформировали западные сорта Зу заза и Ейфель (544,0 и 541,8 г/м²), на таком же уровне была получена масса зерна с квадратного метра у степных сортов Таловский 9 и Донецкий 8 (533,8 и 523,5 г/м²). В засушливых условиях 2019 года лучшими по продуктивности были степные сорта Таловский 9 и Медикум 157 (256,5 и 249,0 г/м²), на таком же уровне сформирована зерновая продуктивность у сорта Ейфель из западноевропейской группы. В среднем за годы исследований более высокую продуктивность сформировали степные сорта Таловский 9, Донецкий 8 и из западных – Эксплоер. Выделившиеся степные формы показывали в данном опыте средний уровень пластичности (0,91, 0,99), что говорит о более высокой стабильности формирования продуктивности по годам, западные сорта при более низкой средней продуктивности показывают высокие индексы пластичности (1,18-1,38), сильнее реагируют на изменение условий возделывания.

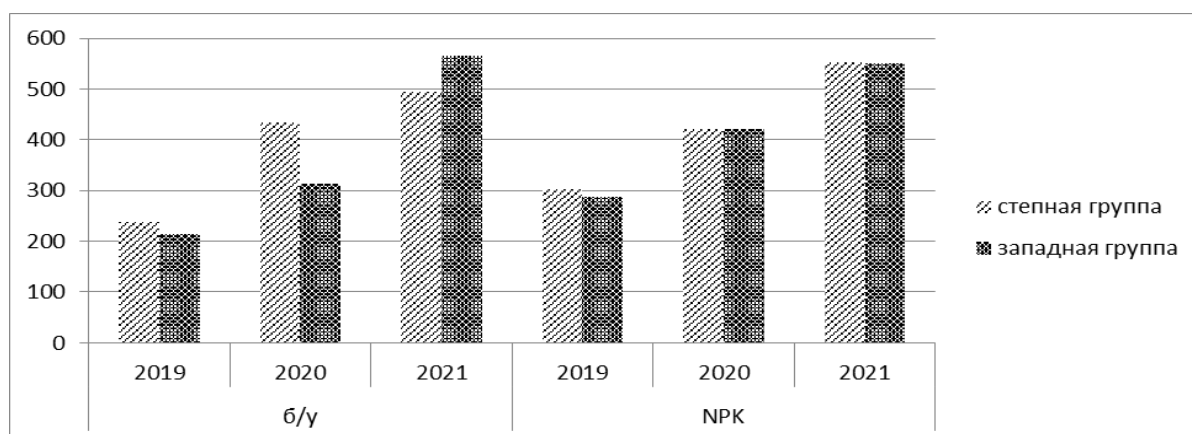


Рис. Продуктивность групп сортов ячменя в различных вариантах удобрения почвы: б/у – без применения удобрений; NPK – доза по 60 кг д. в-ва на гектар

На удобренном фоне (NPK-60) показатели продуктивности по группам сортов выравниваются: во влажных условиях степные сорта достигают уровня западных, в сухие годы наоборот западные сорта подтягиваются до значений степных (табл. 2, рис. 1). Из степной группы выделяется повышенной зерновой продуктивностью сорт Таловский 9, из западной – Эксплоер, причем высокую продуктивность эти сорта формировали как в благоприятном по увлажненности 2021 году (583,8-610,8 г/м²), так и в засушливом 2019 – 339,0-350,0 г/м². Индекс пластичности у них представлен средними значениями, что указывает на более высокую приспособленность к местным условиям неравномерности температур и увлажненности по годам. Прибавка массы зерна с единицы площади в среднем при использовании комплексного удобрения в дозе 60 кг д. вещества на гектар у степных форм составила 9,3% с наибольшим эффектом у сортов Медикум 157-17,0% и Таловский 9-10,0%. У сортов западноевропейской группы прибавки более значимы, в среднем 15,5%, они максимально выражены у сортов Зу заза, Зу сурен (20,0-23,6%).

Таблица 2

Продуктивность сортов, (г/м²)

Название сортов	Фон - без удобрений					Фон – НРК-60					
	2021	2020	2019	среднее	Пластичность	2021	2020	2019	Среднее	Пластичность	Прибавка %
Таловский 9	533,8	447,4	256,5	412,6	0,91	610,8	403,8	350,0	454,9	1,02	10,0
Медикум 157	460,0	441,2	249,0	383,4	0,69	534,5	458,7	353,2	448,8	0,70	17,0
Щедрый	476,2	408,1	236,5	373,6	0,78	546,5	406,7	266,0	406,4	1,09	8,8
Донецкий 8	523,5	452,3	220,0	398,6	0,99	539,5	442,8	250,0	410,8	1,12	3,1
Абалак	483,8	420,9	226,0	376,9	0,85	536,8	391,0	290,0	405,9	0,96	7,7
степная группа	495,5	434,0	237,6	389,0		553,6	420,6	301,8	425,3		9,3
Зу заза	544,0	321,8	185,5	350,4	1,18	545,0	516,5	238,0	433,2	1,18	23,6
Зу сурен	601,5	227,2	183,0	337,2	1,38	583,8	397,0	233,0	404,6	1,36	20,0
Эксплоер	626,5	357,3	213,5	399,1	1,36	583,8	433,3	339,0	452,0	0,95	13,2
Ейфель	541,8	341,3	247,0	376,7	0,97	535,0	398,8	322,5	418,8	0,83	11,2
Даниэлле	514,0	318,0	237,5	356,5	0,91	510,2	357,4	304,0	390,5	0,80	9,5
западная группа	565,6	313,1	213,3	364,0		551,6	420,6	287,3	419,6		15,5
<i>НСР₀₅</i>	31,4	45,1	15,0			17,4	25,5	25,6			
влияние генотипа, %	42,5	79,2	45,3			30,6	70,5	40,1			

Морфологические различия изучаемых групп состоят в высокорослости степных сортов – 69,0 и 73,1 см на разных почвенных фонах, у западных форм длина стебля на 8,2 и 9,8 см короче, и более длинном главном колосе у западноевропейских сортов: 7,8 и 8,4 см соответственно (табл. 3). По элементам продуктивности между группами существенных различий не наблюдается, хотя следует отметить более высокую продуктивную кустистость, массу главного колоса и продуктивный стеблестой в варианте без удобрений у степных сортов. С использованием удобрений значения этих показателей у изученных групп сортов выравниваются, а по продуктивной кустистости у западноевропейских сортов происходит более значительное увеличение. Наиболее отзывчивы на улучшение плодородия почвы усилением продуктивного кущения сорта: Таловский 9, Зу заза, Ейфель, до 22,4-24,2%. Показатель массы 1000 зерен по группам не имеет существенных различий, как в одной, так и в другой группе есть сорта более крупнозерные (Медикум 157 и Эксплоер) и с пониженными значениями (Щедрый, Абалак и Даниэлле), последние характеризовались низкой продуктивностью.

Массу зерна с единицы площади в наших условиях максимально определяет продуктивный стеблестой, который обуславливается складывающимися в период вегетации метеоусловиями и адаптационными свойствами сортов. Как показывают полученные данные (табл. 3), в благоприятный по увлажненности год этот показатель был максимальным с высокими значениями у западноевропейской группы – 1006 стеблей на квадратном метре на удобренном фоне. В разной степени в засушливые годы преимущество было у степных сортов: 688 и 829 шт на удобренном фоне в 2019 и 2020 годах соответственно, однако различия в целом по группам не были доказаны статистически. Однозначно лучшими по этому показателю были степные сорта Медикум 157 и Донецкий 8, из сортов западноевропейской группы – Зу заза, Ейфель и Даниэлле. Причем у этих сортов отмечены самые высокие значения количественного прироста стеблестоя при использовании удобрений: от 13,3 до 16,8%; минимальный ответ на улучшение фона плодородия был у самого возрастного степного засухоустойчивого сорта Донецкий 8.

Продукционный процесс растений находится в прямой зависимости с физиологическими показателями, на которые в свою очередь большое влияние оказывают погодные условия и порог чувствительности генотипа. В таблице 4 представлены данные содержания хлорофилла по фазам развития ячменя. В обеспеченном влагой 2021 году показатели содержания хлорофилла были близки по группам сортов и соответствовали оптимальному развитию растений. Максимальные значения хлорофилла в фазу кущения изучаемые образцы сохраняли до цветения при значительном снижении показателя у западноевропейских сортов к молочной спелости до 6,7-6,8 мг/г абсолютно сухого вещества в обоих вариантах удобренности, снижение значений к молочной спелости у степных сортов было не столь значительным: до 8,0-8,6 мг/г соответственно.

Метеорологические условия вегетации 2020 года с прохладной и влажной весной, а затем теплым влажным периодом до цветения позволили максимально накопить хлорофилл к середине вегетации – до 11,3-12,9 мг/г сух. вещества. Затем впоследствии засушливые условия обусловили более резкое снижение содержания хлорофилла к молочной спелости у сортов обеих групп на удобренном фоне до 6,9-6,0 мг/г по группам сортов: степной и западноевропейской, без удобрения у сортов степного экотипа снижение менее значительно до 8,2 мг/г сух. вещества.

Засушливые условия вегетации 2019 года с повышенным температурным режимом не способствовали оптимизации ростовых процессов, показатели содержания хлорофилла были низкими по всем фазам онтогенеза. При внесении удобрений показатели несколько улучшились до 8,5-8,8 мг/г сух. вещества, против 6,9-7,5 мг/г на неудобренном фоне. Снижение к молочной спелости также было менее значительным, чем в более благоприятные годы, значения не опускались ниже 6,3 мг/г сух. вещества, с тенденцией более значимого уменьшения показателя у западноевропейских сортов.

Таблица 3

Морфологическая характеристика сортов, 2019-2021 гг.

Название сорта	Продуктивная кустистость, шт.		Высота растения, см		Длина колоса, см		Масса зерна с главного колоса, г		Масса зерна с растения, г		Масса 1000 зерен, г		Продуктивный стеблестой	
	б/у	НРК	б/у	НРК	б/у	НРК	б/у	НРК	б/у	НРК	б/у	НРК	б/у	НРК
Таловский 9	1,65	2,02	71,1	75,2	7,33	7,67	0,62	0,65	0,96	1,07	45,3	45,4	713,3	814,7
Медикум 157	1,84	2,17	68,4	71,4	6,27	6,70	0,63	0,73	1,12	1,21	47,3	46,1	802,7	921,7
Щедрый	1,62	1,66	69,5	73,2	8,33	8,50	0,70	0,70	1,05	1,15	41,9	42,2	711,0	801,3
Донецкий 8	1,97	1,75	71,7	73,8	7,60	7,40	0,66	0,67	0,94	1,14	44,2	45,2	844,0	853,7
Абалак	1,53	1,60	64,4	71,7	7,13	7,63	0,63	0,75	0,85	0,93	39,8	41,7	680,0	755,3
по группе	1,72	1,84	69,0	73,1	7,33	7,58	0,65	0,70	0,98	1,10	43,7	44,1	750,2	829,3
Зу Заза	1,65	2,05	60,1	62,7	7,27	7,77	0,54	0,71	0,89	1,12	43,6	43,1	767,3	885,3
Зу Сурен	1,60	1,84	57,3	61,2	8,20	8,63	0,63	0,74	0,99	1,16	44,5	44,1	719,3	765,0
Эксплоер	1,57	1,72	61,0	62,1	7,80	7,80	0,58	0,79	1,00	1,15	46,8	45,5	680,7	732,0
Ейфель	1,69	2,07	61,3	67,3	8,03	8,33	0,63	0,74	1,02	1,14	44,5	44,1	752,0	871,4
Даниелле	1,73	1,86	64,1	63,4	7,70	7,67	0,54	0,59	0,92	1,04	42,1	40,2	778,7	882,3
по группе	1,65	1,91	60,8	63,3	7,80	8,04	0,58	0,71	0,96	1,12	44,3	43,4	739,6	827,2
НСР ₀₅	0,08	0,11	3,1	3,4	0,35	0,33	0,03	0,03	0,04	0,05	1,31	1,11	30,9	36,8

Таблица 4

Содержание хлорофилла, (мг/г сыр. в-ва)

Название сортов	2021				2020				2019				Пластичность	Гомеостатич.
	Кущен ие	Цветен ие	Молоч. спел.	сред- нее	Кущен ие	Цветени е	Молоч. спел.	средне е	Кущен ие	Цвете- ние	Молоч. спел.	сред- нее		
	Фон – без применения удобрений													
Таловский 9	9,4	9,4	9,1	9,3	8,7	13,4	8,6	10,2	6,6	7,2	7,0	6,9	1,48	13,8
Медикум 157	10,7	10,8	8,3	9,9	7,1	12,0	7,9	9,0	6,4	8,2	7,1	7,2	1,20	20,4
Щедрый	10,9	9,3	8,1	9,4	6,9	13,1	7,9	9,3	7,5	7,9	7,4	7,6	0,92	42,2
Донецкий 8	10,2	10,1	8,0	9,4	8,3	13,1	8,2	9,7	6,8	8,9	5,9	7,2	1,23	22,5
Абалак	10,8	9,2	6,3	8,8	6,3	12,7	8,3	9,1	6,1	7,7	6,3	6,7	1,18	21,4
степная группа	10,4	9,8	8,0	9,36	7,5	12,9	8,2	9,46	6,9	7,3	7,0	7,12	1,20	24,1
Зу заза	8,9	8,9	6,1	8,0	7,5	12,1	7,0	8,9	5,5	6,5	5,7	5,9	1,32	12,5
Зу сурен	11,4	9,1	6,7	9,1	6,5	11,5	5,5	7,8	6,7	7,8	6,6	7,0	0,79	28,5
Эксплоер	9,2	9,9	5,6	8,2	7,3	11,3	6,0	8,2	6,7	8,6	6,5	7,3	0,47	133,4
Ейфель	11,6	10,1	7,1	9,6	7,4	11,0	7,5	8,6	8,1	8,7	7,0	7,9	0,65	52,1
Даниэлле	9,7	8,1	7,9	8,6	9,2	10,5	5,7	8,5	7,3	7,7	6,2	7,1	0,76	51,7
западная группа	10,2	9,2	6,7	8,70	7,6	11,3	6,3	8,40	7,0	7,5	6,6	7,04	0,80	55,6
	Фон – NPK-60 при посеве													
Таловский 9	13,9	11,6	10,0	11,8	9,7	13,0	8,2	10,3	5,7	8,9	7,1	7,2	2,18	8,8
Медикум 157	11,6	11,5	9,8	11,0	9,6	13,7	6,2	9,8	6,7	7,6	7,5	7,3	1,76	12,6
Щедрый	10,5	11,5	8,0	10,0	6,8	11,8	6,4	8,3	6,7	8,8	8,2	7,9	0,77	32,6
Донецкий 8	7,9	11,7	8,7	9,4	11,1	13,3	7,2	10,5	8,0	8,7	7,0	7,9	1,07	25,3
Абалак	9,3	9,4	6,4	8,4	9,1	11,8	6,4	9,1	7,3	9,5	6,8	7,9	0,43	99,1
степная группа	10,60	11,10	8,6	10,10	9,3	12,7	6,9	9,60	7,0	8,5	7,3	7,64	1,24	35,7
Зу заза	10,7	10,0	7,7	9,5	8,8	13,0	7,1	9,6	8,9	6,7	6,5	7,4	1,17	28,5
Зу сурен	9,8	9,0	6,6	8,5	7,7	13,7	6,0	9,1	8,2	8,2	6,7	7,7	0,57	72,3
Эксплоер	10,1	10,2	6,6	9,0	9,4	11,8	5,7	9,0	9,2	8,4	5,4	7,7	0,71	75,2
Ейфель	10,9	9,6	7,2	9,2	7,9	13,3	6,0	9,1	8,7	7,6	6,1	7,5	0,91	45,6
Даниэлле	11,0	9,7	6,0	8,9	9,6	11,8	5,0	8,8	8,8	8,8	6,8	8,1	0,42	212,1
западная группа	10,50	9,70	6,80	9,00	8,7	12,7	6,0	9,10	8,8	7,9	6,3	7,68	0,76	86,7
<i>HCP₀₅</i>	<i>0,54</i>	<i>0,44</i>	<i>0,67</i>		<i>0,54</i>	<i>0,61</i>	<i>0,71</i>		<i>0,42</i>	<i>0,44</i>	<i>0,33</i>	<i>0,54</i>		

Индексы пластичности и гомеостатичности, рассчитанные по средним значениям содержания хлорофилла за год, позволяют сделать заключение, что степные сорта сильнее реагируют на улучшение погодных условий, показывая высокие значения коэффициента регрессии (b_i), особенно на бедном агрофоне: от 0,92 до 1,48. У западноевропейских сортов накопление хлорофилла в онтогенезе происходит более стабильно, с высокими значениями индекса гомеостатичности: 55,6 и 86,7 по вариантам опыта. Физиологически фотосинтетический аппарат степных форм имеет более выраженный размах варьирования, т.е. генетическая память позволяет адекватно воспринимать стрессовые условия периодов вегетации, что и обуславливает их адаптивность.

Разнообразие погодных условий за периоды вегетации 2019-2021 гг. и использование разноплановых по питательности фонов позволило создать широкий спектр изменчивости основных элементов продуктивности в связи с физиологическими показателями в онтогенезе. В таблице 5 представлены коэффициенты корреляции используемых в селекции признаков с содержанием хлорофилла в разные фазы развития растений. Сразу следует оговориться, что отрицательные коэффициенты корреляции массы зерна с квадратного метра и массы 1000 зерен говорят о неординарной ситуации, когда наиболее высокой зерновой продуктивности, полученной в 2021 году, сопутствовало сильное полегание и последующие высокие температуры в период налива, зерно было получено со щуплым эндоспермом и низкой массой. Максимально продуктивность растений (масса зерна с 1 м^2) сопряжена с содержанием хлорофилла в фазу кущения ($r=0,78^{***}$), менее значима зависимость в фазы цветения и молочной спелости ($r=0,36^*$, $0,39$). В вариантах с использованием удобрений в фазе кущения взаимосвязь несколько ослабевает: $r=0,64^{**}$, добавляя влияние количества хлорофилла на продуктивность в фазе цветения с 13,0% до 17,6% (коэффициенты детерминации).

Уровень содержания хлорофилла в фазе кущения в обоих вариантах положительно с высокой достоверностью взаимосвязан с показателями продуктивной кустистости ($r=0,75^{***}$, $0,78^{***}$) и продуктивного стеблестоя ($r=0,68^{**}$, $0,75^{***}$), до средней степени – с высотой растения ($r=0,48^*$, $0,67^{**}$), на удобренном фоне коэффициенты корреляции ниже. В фазу цветения содержание хлорофилла максимально взаимосвязано с формированием элементов продуктивности: массы зерна с главного колоса ($r=0,65^{**}$, $0,85^{***}$, на неудобренном фоне зависимость сильнее), и массы зерна с растения ($r=0,63^{**}$, $0,66^{**}$). Взаимосвязь уровня хлорофилла с высотой растения усиливается до $r=0,73^{**}$ на удобренном фоне, в варианте без применения удобрений – слабее: $r=0,59^{**}$. Повышенное содержание хлорофилла в молочной спелости взаимосвязано с высокорослостью растений, т.е. степные генотипы имеют в эту фазу предпочтение, на неудобренном фоне до среднего уровня: $r=0,58^{**}$, на повышенном – взаимосвязь снижается: $r=0,37^*$. Неоднозначные коэффициенты корреляции содержания хлорофилла в молочной спелости с массой зерна главного колоса: слабая положительная на фоне без применения удобрений и слабая отрицательная с их внесением при посеве, можно объяснить резкими контрастами погодного фактора за годы изучения.

Показатель доли изменчивости, соответствующий каждому признаку, представлен как среднее значение коэффициентов детерминации, и характеризует уровень его изменчивости в данной корреляционной матрице (табл. 5). На показатель массы зерна с единицы площади приходится максимальная доля изменчивости: 34,4 и 32,2% на разных фонах удобренности. Количество хлорофилла в фазу кущения однозначно более значимо для развития растений на нулевом фоне удобренности: 31,7%, изменчивости против 22,4% на фоне с применением удобрений, что говорит о большей значимости этого показателя в стрессовых условиях вегетации. Вклады в изменчивость показателя содержания хлорофилла в фазу цветения менее значимы и не зависят от фона плодородия: 19,3 и 19,1% соответственно.

Таблица 5

Коэффициенты корреляции продуктивности и содержания хлорофилла, 2019-2021 гг.

Показатели	Продуктивная куст.	Высота растений	Длина колоса	Масса зерна с гл.колоса	Масса зерна с растения	Масса 1000 зерен	Продук. стебле-стой	Содержание хлорофилла по фазам			Доля изменений, %
								кущение	цветение	молочная спелость	
	Фон – без применения удобрений										
Масса зерна с м ²	0,71***	0,84***	0,50**	0,21	0,54**	-0,51**	0,72***	0,78***	0,36*	0,39*	34,6
кол-во ХЛ-ла											
кущение	0,78***	0,67**	0,48*	-0,08	0,40*	-0,64**	0,75***	-	0,10	0,27	31,7
цветение	0,11	0,59**	0,17	0,85***	0,63**	0,34*	0	0,10	-	0,41*	19,3
мол.спелость	0,31	0,58**	0,18	0,36*	0,28	-0,04	0,25	0,27	0,41*	-	11,3
	Фон – NPK-60 при посеве										
Масса зерна с м ²	0,77***	0,78***	0,05	-0,04	0,52**	-0,64**	0,79***	0,64**	0,42*	0,36*	32,2
кол-во ХЛ-ла											
кущение	0,75***	0,48*	0,10	-0,22	0,42*	-0,41*	0,68**	-	0,25	0,33*	22,4
цветение	0,31	0,73***	0,03	0,65**	0,66**	0,10	0,33*	0,25	-	0,33*	19,1
мол.спелость	0,49*	0,37*	-0,18	-0,37*	0,05	-0,31	0,38*	0,33*	0,08	-	10,6

Примечание: Доля изменений – среднее значение коэффициентов детерминации, %

Заключение

Таким образом, биотип сорта ячменя, обусловленный местом его происхождения, имеет решающее значение в формировании урожайности по годам. Из степной группы выделяется повышенной зерновой продуктивностью сорт местной селекции Таловский 9, из западноевропейской – Эксплоер, при использовании удобрений высокую продуктивность эти сорта формировали как в благоприятном по увлажненности 2021 году (583,8-610,8 г/м²), так и в засушливом 2019 г. – 339,0 – 350,0 г/м².

Прибавка продуктивности в среднем при использовании комплексного удобрения в дозе 60 кг д. в-ва на гектар у степных форм составила 9,3%, с наибольшим эффектом у сортов Медикум 157–17,0% и Таловский 9–10,0%. У сортов западноевропейской группы прибавки более значимы, в среднем 15,5%, они максимально выражены у сортов Зу заза, Зу сурен (20,0-23,6%).

Максимально продуктивность растений с 1м² сопряжена с содержанием хлорофилла в фазу кущения: $r=0,78^{***}$, менее значима зависимость в фазы цветения и молочной спелости $r=0,36^*$, $0,39^*$. Уровень содержания хлорофилла в фазе кущения в наших условиях положительно с высокой достоверностью взаимосвязан с показателями продуктивной кустистости ($r=0,75^{***}$, $0,78^{***}$) и продуктивного стеблестоя ($r=0,68^{**}$, $0,75^{***}$), до средней степени – с высотой растения, с использованием удобрений зависимость снижается. В фазу цветения содержание хлорофилла максимально взаимосвязано с формированием элементов продуктивности: массы зерна с главного колоса ($r=0,65^{**}$, $0,85^{***}$), на неудобренном фоне зависимость сильнее, и массы зерна с растения ($r=0,63^{**}$, $0,66^{**}$).

Высокие значения содержания хлорофилла в фазу кущения изучаемые образцы сохраняли до цветения при значительном снижении показателя у западноевропейских сортов к молочной спелости в обоих вариантах удобренности, снижение значений к молочной спелости у степных сортов было менее значительным. Уровень содержания хлорофилла в определенные фазы онтогенеза можно использовать в селекционном процессе при оценке и отборах на повышенную продуктивность в условиях неустойчивого увлажнения.

Литература

1. Дериглазова Г.М. Экономическая эффективность выращивания ячменя в склоновом агроландшафте лесостепи ЦЧЗ // Материалы научно-практической конференции «Проблемы интенсификации и экологизации земледелия России» п. Рассвет. – 2006. – С. 548-550.
2. Воронцов В.А., Скорочкин Ю.П. Продуктивность зернопарового севооборота в северо-восточном регионе ЦЧЗ в зависимости от агротехнологий. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2022. – № 1 (41). – С. 99-108. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-1-99-108
3. Прядкина Г.А., и др. Связь между величиной хлорофилльного фотосинтетического потенциала и урожайностью озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) при повышенных температурах // Сельскохозяйственная биология, – 2014. – № 5. – С. 88-95.
4. Ничипорович А.А. О путях повышения продуктивности фотосинтеза растений в посевах/ Фотосинтез и вопросы повышения продуктивности растений. – Москва, – 1963. – С. 5-37.
5. Голова Т.Г., Гладких Л.И. Морфофизиологические аспекты повышения потенциала продуктивности ярового ячменя. // Селекция, семеноводство и технология возделывания зернофуражных культур. Ульяновск, – 2008. – С. 93-96.
6. Пакудин В.З., Лопатина Л.М. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур // Сельскохозяйственная биология, –1984. – № 4. – С. 103-113.

References

1. Deriglazova G.M. Ekonomicheskaya effektivnost' vyrashchivaniya yachmenya v sklonovom agrolandshafte lesostepi TsChZ. [Economic efficiency of barley cultivation in the sloping agrolandscape of the forest-steppe of the Central Forest Zone] Materialy nauchno-prakticheskoi konferentsii. [Materials of the scientific and practical conference] Problemy intensifikatsii i ekologizatsii zemledeliya Rossii. [Problems of intensification and ecologization of agriculture in Russia], 2006, pp. 548-550. (In Russian)

2. Vorontsov V.A., Skorochkin Yu.P. Produktivnost' zernoparovogo sevooborta v severo-vostochnom regione TsChZ v zavisimosti ot agrotekhnologii. [Productivity of grain-and-bean crop rotation in the north-eastern region of the Central Processing Plant depending on agricultural technologies]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury - Legumes and grain crops*, 2022, no. 1 (41), pp. 99-108. (In Russian)
3. Pryadkina G.A., et al. Svyaz' mezhdru velichinoi khlorofil'nogo fotosinteticheskogo potentsiala i urozhainost'yu ozimoi pshenitsy (*Triticum aestivum* L.) pri povyshennykh temperaturakh [The relationship between the value of the chlorophilic photosynthetic potential and the yield of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) at elevated temperatures]. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya - Agricultural Biology*, 2014, no. 5, pp. 88-95. (In Russian)
4. Nichiporovich A.A. O putyakh povysheniya produktivnosti fotosinteza rastenii v posevakh. [On ways to increase the productivity of plant photosynthesis in crops]. *Fotosintez i voprosy povysheniya produktivnosti rastenii*. [Photosynthesis and issues of increasing plant productivity]. Moscow, 1963, pp. 5-37. (In Russian)
5. Golova T.G., Gladkikh L.I. Morfofiziologicheskie aspekty povysheniya potentsiala produktivnosti yarovogo yachmenya. [Morphophysiological aspects of increasing the productivity potential of spring barley]. *Selektsiya, semenovodstvo i tekhnologiya vozdel'yvaniya zernofurazhnykh kul'tur*. [Breeding, seed production and technology of cultivation of grain crops]. Ulyanovsk, 2008, pp. 93-96. (In Russian)
6. Pakudin V.Z., Lopatina L.M. Otsenka ekologicheskoi plastichnosti i stabil'nosti sortov sel'skokhozyaistvennykh kul'tur. [Assessment of ecological plasticity and stability of varieties of agricultural crops]. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya - Agricultural biology*, 1984, no. 4, pp. 103-113. (In Russian)